

Informační systém pro výdej minutek v menze FAI

Bc. Jaroslav Kolařík

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav Kolařík**
Osobní číslo: **A12403**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Informační systém pro výdej minetek v menze FAI**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.**
- 2. Navrhnete strukturu informačního systému pro výdej minetek v menze FAI.**
- 3. Provedte hardwarový návrh jednotlivých částí systému.**
- 4. Vytvořte programové vybavení pro všechny komponenty systému.**
- 5. Realizujte informační systém a ověřte jeho správnou funkci.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. JURÁNEK, Antonín a Miroslav HRABOVSKÝ. EAGLE pro začátečníky /: uživatelská a referenční příručka :. 2. vydání. Praha: BEN – technická literatura, 2007. ISBN 80-730-0213-2.
2. MANN, Burkhard a Miroslav HRABOVSKÝ. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.
3. BRUCKNER, Tomáš. Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 357 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4153-6.
4. BAYLE, Julien. C Programming for Arduino. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2013. ISBN 978-1-84951-758-4.
5. BRTNÍK, Bohumil a David MATOUŠEK. Programování mikrokontrolérů s jádrem 8051 v jazyce C. Praha: BEN-Technická literatura, 2010. ISBN 978-80-7300-2.
6. LÁNÍČEK, R. Elektronika obvodů, součástky, děje. Praha, 1998. ISBN 80-860-5625-2.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Dostálek, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

7. března 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

11. června 2014

Ve Zlíně dne 7. března 2014

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je návrh informačního systému pro organizaci výdeje minutek. Praktické nasazení systému je předpokládáno v menze FAI na UTB.

Teoretická část práce zahrnuje úvod do oblasti informačních systémů se zevrubným popisem jednotlivých etap vývoje informačních systémů v praxi. Dále se zaměřuje na popis jednotlivých hardwarových a softwarových prostředků, které byly ke tvorbě systému použity. V závěru je několik stran věnováno použitému softwaru (návrh DPS, programovací nástroje).

Praktická část práce zahrnuje návrh struktury informačního systému a detailní popis realizace navržených hardwarových a softwarových prostředků systému.

Klíčová slova: informační systém, menza, RFID, Arduino, Wi-Fi, Atmel, mikropočítač, Android, web, PHP, JavaScript, AJAX, QR kód

ABSTRACT

The subject of diploma thesis is to design an information system for food distribution in FAI refectory. Practical use of the system is expected in the canteen FAI at the TBU.

The theoretical part contains of an introduction to information systems which is describing the various stages of the development of information systems in practice. It also focuses on the description of individual hardware and software resources that were used for formation of the system. At the end are several pages devoted to the used software (PCB design, programming tools).

Practical part includes design of the structure information system and detailed description of realization of the designed hardware and software system.

Keywords: information system, refectory, RFID, Arduino, Wi-Fi, Atmel, microcomputer, Android, web, PHP, JavaScript, AJAX, QR code

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování panu Ing. Petru Dostálkovi, Ph.D. za jeho cenné rady a odborné vedení při vypracovávání diplomové práce.

Děkuji také vedení kolejí a menzy UTB, jmenovitě panu řediteli Ing. Miroslavu Procházkovi, za vstřícné přijetí myšlenky této práce.

V neposlední řadě také děkuji za podporu ze strany rodiny.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 ÚVOD DO INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ	12
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	12
1.2 HISTORIE VÝVOJE IS/IT.....	13
1.3 KOMPONENTY IS	14
1.4 POSTUP PŘI BUDOVÁNÍ IS	14
1.4.1 Obecné zásady.....	14
1.4.2 Etapy budování IS	15
2 HARDWAROVÉ PROSTŘEDKY REALIZACE IS	19
2.1 PLATFORMA ARDUINO	19
2.1.1 Obecné informace a historie.....	19
2.1.2 Arduino Mega 2560	20
2.1.3 Ethernet shield.....	21
2.2 MIKROKONTROLERY ATMEL.....	22
2.2.1 Firma Atmel, AVR architektura.....	22
2.2.2 ATmega2560.....	23
2.2.3 ATtiny2313A	23
2.3 ÚVOD DO RFID TECHNOLOGIE.....	24
2.3.1 Historie a vývoj	24
2.3.2 RFID jako nástupce čárových kódů	25
2.3.3 RFID tagy, rozdělení	25
2.3.4 Standard EPC	27
2.3.5 RFID čtečky	27
2.4 QR KÓDY	28
2.5 LAN TECHNOLOGIE.....	29
2.5.1 Ethernet	29
2.5.2 Wi-Fi	30
2.5.3 MAC adresa	31
2.6 KOMUNIKAČNÍ ROZHRANÍ	32
2.6.1 USART.....	32
2.6.2 SPI.....	32
2.6.3 USB	32
2.6.4 BlueTooth.....	33
3 SOFTWAREVÉ PROSTŘEDKY REALIZACE IS.....	34
3.1 PROGRAMOVÁNÍ MIKROKONTROLERŮ	34
3.1.1 Arduino	34
3.1.2 ATtiny2313A	35
3.2 WEBOVÁ ČÁST	35
3.2.1 PHP	35
3.2.2 SQL	35
3.2.3 HTML, XHTML, CSS	36
3.2.4 JavaScript	36

3.3	POUŽITÝ VÝVOJOVÝ SOFTWARE	37
3.3.1	Arduino IDE	37
3.3.2	Atmel Studio	38
3.3.3	EAGLE	39
II	PRAKTICKÁ ČÁST	40
4	NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	41
4.1	STÁVAJÍCÍ STAV	41
4.2	REŠERŠE	43
4.3	NÁVRHY KONCEPTU ŘEŠENÍ	44
4.3.1	Koncept s maximální hardwarovou realizací	44
4.3.2	Koncept založený na HTTP komunikaci s Arduino modulem ve funkci serveru	45
4.3.3	Koncept založený na HTTP komunikaci s externím webovým serverem	46
4.4	VYBRANÝ KONCEPT	47
4.4.1	Důvody vedoucí k použití technologie RFID	47
4.4.2	Zdůvodnění výběru konceptu	47
4.4.3	Seznámení vedení menzy s vybraným konceptem	48
4.5	SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA KOMPONENTY IS PRO VYBRANÝ KONCEPT	49
5	REALIZACE JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT IS	51
5.1	ZAŘÍZENÍ UMÍSTĚNÉ NA POKLADNĚ	51
5.1.1	Vnitřní hardwarové uspořádání zařízení	52
5.1.2	Popis součástí zařízení	53
5.1.3	Způsob realizace, montáže a konfigurace	55
5.1.4	Programové vybavení, popis signalizace	56
5.1.5	Přibližné náklady na realizaci	58
5.2	ZAŘÍZENÍ UMÍSTĚNÉ V MÍSTĚ VÝDEJE MINUTEK	58
5.2.1	Vnitřní hardwarové řešení zařízení	59
5.2.2	Způsob realizace, montáže a konfigurace	61
5.2.3	Programové vybavení, popis signalizace	62
5.2.4	Přibližné náklady na realizaci	63
5.3	ZAŘÍZENÍ UMÍSTĚNÉ VEŘEJNĚ V MENZE	64
5.3.1	Technické parametry případně poptávaného zařízení	64
5.3.2	Přibližné předpokládané náklady na realizaci	65
5.4	ZAŘÍZENÍ UMÍSTĚNÉ V MÍSTĚ PŘÍPRAVY JÍDEL	65
5.4.1	Technické parametry případně poptávaného zařízení	65
5.4.2	Přibližné předpokládané náklady na realizaci	66
5.5	EXTERNÍ WEBOVÝ SERVER	66
5.5.1	Správa dat – databázová struktura	67
5.5.2	Veřejná webová prezentace – informační portál IS	67
5.5.3	Popis rozhraní pro fyzické komponenty IS	68
5.5.4	Administrační rozhraní	71
5.5.5	Fyzické nasazení	72

5.6	ROZHRANÍ PRO MOBILNÍ TELEFONY	72
5.7	RFID KARTY	73
5.7.1	Přibližné náklady na realizaci	73
6	SPECIFIKACE VLASTNOSTÍ SYSTÉMU.....	74
6.1	ZPŮSOB PRÁCE SE SYSTÉMEM.....	74
6.2	INSTALACE A SPRÁVA.....	76
6.3	NÁKLADY NA REALIZACI A PROVOZ	77
ZÁVĚR		78
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		79
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		83
SEZNAM OBRÁZKŮ		86
SEZNAM TABULEK.....		87
SEZNAM PŘÍLOH.....		88

ÚVOD

Téma diplomové práce bylo vypsáno k řešení na fakultě aplikované informatiky z důvodu neuspokojivé situace, která panovala kolem výdeje minutek v místní menze. Při stávající situaci, která je v práci podrobně rozebrána, může lehce dojít ke zmatečným situacím. Těmto situacím by měl v rámci práce navržený informační systém předcházet.

Téma k vypracování jsem si zvolil kvůli jeho eventuálnímu praktickému přínosu, který může přinést. Možnost, že bude výstup práce reálně využit, byla pro mě velmi motivující. Při vypracování práce jsem mohl naplno využít znalostí z oborů elektrotechniky, programování mikropočítačů a tvorby webových aplikací. Všechny uvedené obory jsou mi blízké, proto jsem neváhal a využil možnosti si znalosti v těchto oborech prostřednictvím vypracování této práce prohloubit.

Cílem teoretické části práce bylo čtenáře zběžně seznámit s obecnými principy a postupy při navrhování informačních systémů. Dále se teoretická část zabývá popisem hardwarových prostředků a technologií, které byly pro realizaci systému použity. Zejména se jedná o popis použitých řešení z oblasti mikrokontrolerů a popis technologie RFID, na které byl systém založen. Dále se kapitola věnuje použitým softwarovým prostředkům, včetně popisu webových technologií, které byly v systému použity.

Praktická část si potom klade za cíl popsat proces návrhu informačního systému, včetně vypracování rešerše daného tématu a vypracování popisu stávajícího stavu se zaměřením na jeho nedostatky, které má navrhovaný systém odstraňovat. Dále se praktická část zabývá popisem praktické realizace hardwarových a softwarových součástí jednotlivých komponent navrženého systému. Mezi tyto komponenty se řadí dvě vytvořená fyzická zařízení a soubor karet. Další komponenty navrženého informačního systému jsou potom implementovány prostřednictvím rozhraní vytvořené webové aplikace. V závěru jsou uvedeny specifikace navrženého systému.

Výsledný navržený a realizovaný systém je určen pro nasazení v menze FAI. Z důvodů popsaných v práci, ale do doby obhajoby práce k fyzickému nasazení systému nedošlo. A to i přes vesměs kladné přijetí tohoto konceptu ze strany vedení kolejí a menzy UTB. Nic, kromě nezakoupených zařízení z kategorie spotřební elektroniky, ale nebrání nasazení systému v blízké budoucnosti. Realizovaný systém je jako celek funkční a otestovaný, i když nikoliv v reálném provozu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

Úvodní kapitola teoretické části diplomové práce si klade za cíl seznámit čtenáře se základními pojmy v oblasti informačních systémů a se stručnou historií jejich vývoje. Dále je potom zaměřena na popis jednotlivých komponentů informačních systémů, metod a postupů jejich návrhu, včetně jednotlivých etap budování informačních systémů a jejich stručných popisů.

1.1 Základní pojmy

Systém je obecně přijímanou definicí charakterizován jako množina prvků a vazeb, přičemž jednotlivé prvky systému jsou na dané rozlišovací schopnosti chápány jako nedělitelné. Vazby v systému představují jednosměrné nebo obousměrné spojení mezi prvky systému. Otevřený systém je typický vstupními a výstupními vazbami, pomocí kterých interaguje s okolím. Oproti tomu uzavřený systém vstupní a výstupní vazby postrádá. [1] [2]

Informační systém (IS) je definován jako soubor uspořádaných vztahů mezi lidmi, zdroji dat, zdroji informací a procedurami pro jejich zpracování. Tyto procedury musí být optimalizovány pro dosažení stanovených cílů. Primární funkce informačního systému je zajištění správných informací na správném místě ve správný čas. [1] [2]

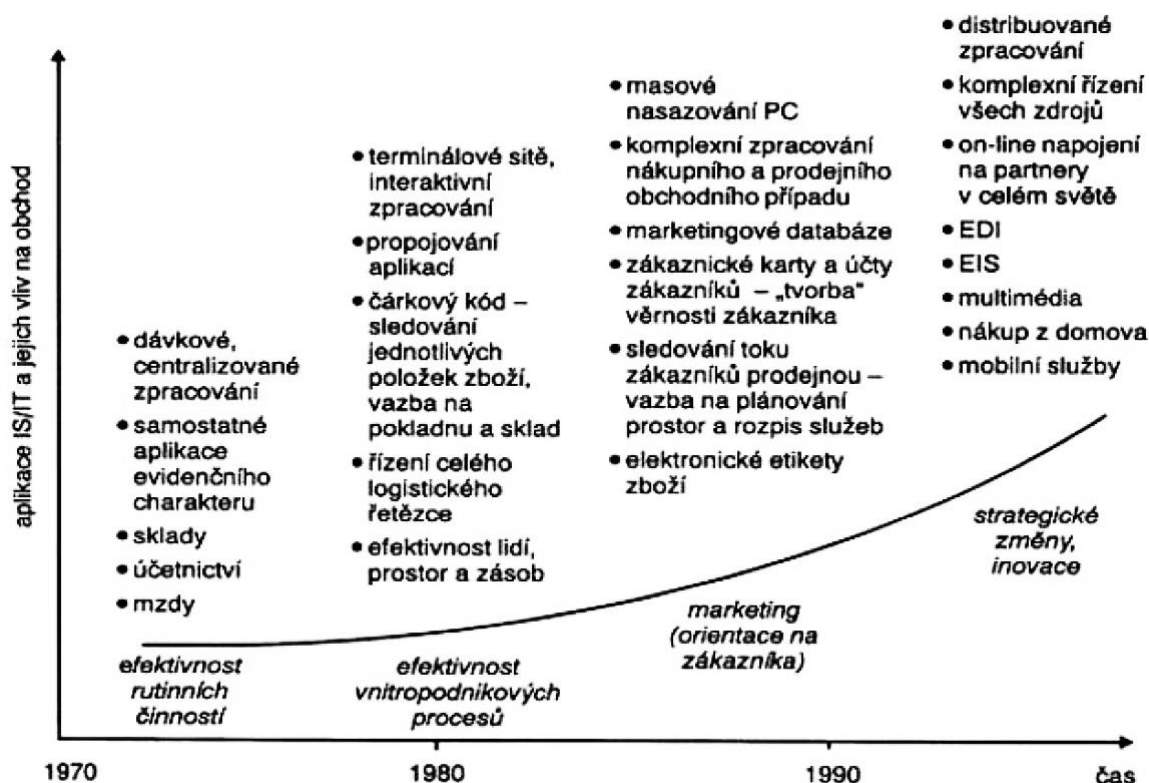
Data lze chápat jako rozpoznané signály, které vypovídají o stavech a situacích ve sledovaných nebo řízených objektech. Vhodným zpracováním (vyhodnocením) dat je možné získat informace. [2]

Informace jako pojem se řadí k nejobecnějším oblastem vědy, proto je možné narazit na nejrůznější definice tohoto pojmu v závislosti na tom, v jakém vědním oboru se vyskytujeme. Obecně lze psát, že informace představuje míru uspořádanosti, kdy je opakem entropie, popřípadě také že se jedná o přiřazení významu údajům. V oblasti projektování informačních systémů je asi nejlepší přejít k pragmatickému popisu, kdy informace chápeme jako taková data, která jsou používána pro další rozhodování. [2] [3]

Informační technologie (IT) chápeme jako množinu prostředků a metod pro práci s daty a informacemi. Množina oblastí, které spadají do informačních technologií je velká. Do informačních technologií spadají totiž nejen technologie a techniky pro zpracování dat, ale také prostředky pro jejich přenos, ukládání a vyhodnocování. Do informačních technologií je zahrnuto také programové vybavení těchto prostředků. [2]

1.2 Historie vývoje IS/IT

Od počátku byl vývoj informačních systémů těsně svázán s vývojem a možnostmi informačních technologií dané doby. Oblasti aplikace informačních systémů včetně soudobé úrovně informačních technologií v závislosti na čase jsou zaneseny v následujícím grafu (Obrázek 1).



Obrázek 1: Vývoj aplikací informačních systémů. [4]

Z uvedeného výše grafu (Obrázek 1) je patrné, že v 70. letech se jednalo u informačních systémů převážně o hierarchickou strukturu, ve které byl IS/IT reprezentován centrálním počítačem. Osmdesátá léta znamenají vznik relativně nezávislých jednotek zaměřených na vlastní předmět činnosti. V této době je dominantní struktura informačních technologií tvořena počítači propojenými LAN. [4]

V 90. letech a začátkem nového století se dostávají ke slovu flexibilní organizace, kde struktura organizace je pružně přizpůsobována měnícím se podmínkám. Informační systémy a technologie se vyznačují mobilním a distribuovaným zpracováním dat. Je patrný přesun priorit ke strategickému řízení a také změny v zaměření informačních systémů, které směřují k snižování nákladů a zvyšování kvality. [4]

1.3 Komponenty IS

Primární funkcí informačního systému je zobrazování informací. Tyto informace musí být ovšem zobrazovány ve srozumitelné formě pro uživatele, přičemž je navíc nutné rozlišovat jednotlivé druhy uživatelů, kteří se systémem pracují a mají v jeho užívání rozdílné role. Protože informační systém je nástroj pro podporu jisté konkrétní činnosti, není možné použít nějaký univerzální program nebo návrh takového systému. [4]

Úpravy, nebo dokonce kompletní nový návrh, si tedy vyžádají prakticky všechny komponenty, z kterých se informační systémy skládají:

- **Technické prostředky (hardware)** – systémy informačních technologií doplněné o periferie
- **Programové prostředky (software)** – tvoří je programy, které řídí chod systémů informačních technologií, zajišťují efektivní zpracování dat a slouží ke komunikaci s reálným světem, nebo s jinými aplikačními prostředky
- **Datové zdroje** – představují podklady pro získávání informací, zpracovávají je programové prostředky
- **Organizační prostředky (orgware)** – jedná se o soubor pravidel pro využívání informačních systémů a technologií
- **Lidská složka (peopleware)** – řeší otázky adaptace a efektivního fungování člověka zasazeného do prostředí informačních technologií a systémů
- **Reálný svět** – představuje kontext informačního systému, který představují informační zdroje, legislativa a normy

1.4 Postup při budování IS

1.4.1 Obecné zásady

Obecně lze říci, že při vývoji informačních systémů je bezpodmínečně nutná důkladná analýza potřeb a požadavků zákazníka, z čehož vyplývá potřeba velmi úzké spolupráce mezi odběratelem a dodavatelem. Zejména je potřebné co nejlépe specifikovat, z jakých důvodů je informační systém zaváděn. Primární problémy, které mohou vést k nedokončení vývoje informačního systému, pramení z nejasnosti a nekompletnosti požadavků na systém, dále také z nedostatku zájmu a podpory budoucího uživatele a v neposlední řadě z nedostatku zdrojů. Z výše uvedených a dalších důvodů je budování

informačních systémů složitý komplex činností různých oborů a profesí, který vyžaduje respektování zásad systémového přístupu k tomuto úkolu. [3] [4]

1.4.2 Etapy budování IS

Proces praktického nasazování informačního systému v podnicích nebo organizacích zpravidla rozčlenit do následujících etap [3]:

a) Definování projektového záměru

Projektový záměr v širším pojetí musí splňovat následující požadavky:

- vystihnout podstatu problému a rozeznat důvody vzniku záměru
- definovat cíle projektu
- definovat systém včetně vnitřních a vnějších vazeb
- vzít v úvahu nedostatky ve stávajícím stavu a podobné stávající realizace
- specifikovat hlavní přínosy a vyhodnotit ekonomickou efektivnost

Primárně je tedy nutné definovat oblast a rozsah záměru (jinými slovy co bude nasazení informačního systému řešit) a následně také specifikovat, proč je informační systém nasazován, ať už z hlediska technologického, ekonomického nebo jiného.

b) Zadání poptávky

Poptávka definuje požadavky na technická řešení a obchodní podmínky (záruční doba, maximální cena, splátkový kalendář, záloha). Dále zadavatel specifikuje požadovanou dobu realizace. Zadavatel neveřejných zakázek má možnost oslovit konkrétního dodavatele, u veřejných zakázek je nutné postupovat podle zákona o veřejných zakázkách.

c) Zpracování nabídky

Nabídku zpracovávají oslovené společnosti, u veřejných zakázek potom společnosti, které se rozhodly účastnit výběrového řízení. Rozsah nabídky je do velké míry dán poptávkou, respektive pravidly výběrového řízení.

d) Výběrové řízení

Ve výběrovém řízení zadavatel, respektive komise ustanovená zadavatelem, rozhodne na základě jednoho kritéria nebo více kritérií o nejlepší nabídce. Tyto kritéria mohou být cena, jakost, doba realizace a další. Veřejné výběrové řízení se řídí příslušným zákonem.

e) Rozhodnutí o realizaci projektu

Jde o konečné rozhodnutí o realizaci projektu na základě úvodní studie dodavatele, přičemž jsou zpracovány nové náměty, zejména od zpracovatelů nabídek, které se objevily na základě nových informací získaných v průběhu nabídkového řízení. Po schválení rozhodnutí o realizaci se přistupuje k jednání se zástupci společnosti s vítěznou nabídkou, po kterém obvykle následuje uzavření smlouvy o díle.

f) Zpracování projektové dokumentace

Jedná se o první etapu vlastní realizace. Nejprve se vypracuje strukturální analýza, poté samotná projektová dokumentace.

Strukturální analýza je základní rozbor řízeného objektu. Navrhuje se koncepce systému a funkční struktura včetně specifikací technických a programových prostředků. Dále se předepisuje personální zabezpečení, definují se skutečné finanční náklady a vymezují se dodavatelsko-odběratelské vztahy včetně věcného a časového plánu výstavby. Výsledkem analýzy by měl být model struktury reálného systému, který se většinou vyskytuje v grafické podobě.

Projektová dokumentace může být podle povahy projektu řešena formou úvodního projektu a prováděcího projektu, nebo pouze formou jednostupňového projektu. U složitějších řešení je také možné rozdělit na podsystémy a forma řešení projektové dokumentace může být pro každý podsystém zvolena separátně. Úvodní projekt je dokument popisující systém jako celek, čemuž odpovídá vyšší míra abstrakce rozpracování. Prováděcí projekt dokumentuje řešení systému do podrobností nezbytných pro jeho budování a užívání. Jdnostupňový projekt je potom sjednocení úvodního a prováděcího projektu.

g) Dodavatelská činnost

Podle specifikací v projektové dokumentaci je na zhotoviteli zabezpečit potřebné technické a programové prostředky včetně materiálu. Tyto jsou objednány u dodavatelů, dopraveny na místo a připraveny na montáž.

h) Vývoj specifických technických a programových prostředků

V návrhu systému jsou zpravidla v jisté míře využity standartní technologické a programové prostředky, nicméně část musí být vyvíjena. Zadání pro tvorbu těchto nestandardních prostředků je dáno projektovou dokumentací.

i) Realizace a montáž

Montáž systému provede dodavatel dle projektové dokumentace a podle zkušeností z odborné praxe, při dodržení obecně platných bezpečnostních předpisů. Důležitá je v této fázi spolupráce zhotovitele a uživatele, který je schopen při instalaci často pomoci.

j) Oživení a zprovoznění

Oživení je proces kontroly instalace a zapojení jednotlivých prvků před připojením celého systému na napájecí zdroj. Po provedení důkladné vizuální kontroly instalace a zapojení jednotlivých komponent se přistoupí k prvnímu krátkodobému zapojení napájení, při kterém se hledají projevy jakékoli disfunkce (například nadměrné zahřívání). Pokud není žádný problém objeven, provede se zapnutí na delší dobu a ověření funkčnosti komponent.

Proces zprovoznění je pokračováním oživení. Znamená kontrolu velikosti odběrů komponent a kontrolu parametrů základního stavu. Pokud mají některé elementy předepsané kroky nastavování, jsou provedeny.

k) Školení uživatelů

Je důležité pro efektivní užívání systému. Příprava potřebných odborníků obsluhy se zajišťuje formou školení, rekvalifikace, stáže a podobně.

l) Technologické ověření

Technologické ověřování zahrnuje prověření všech funkcí systému dle sjednaných požadavků a obvyklých kritérií. Toto prověření probíhá nejprve v simulovaných podmínkách, poté v praktickém provozu.

m) Zkušební provoz

Jde o zkoušku systému jako celku. V jeho průběhu se provádí zkušební testy, simulují se poruchové stavy a následně se sleduje provoz systému při běžných provozních podmínkách. Zkušebního provozu se aktivně účastní uživatel. Pokud plní prověřovaný systém požadavky bezproblémově, ukončí se zkušební provoz po předem sjednané době.

n) Záruční provoz

Pokud není v záručních podmínkách uvedeno jinak (doba zkušebního provozu může být někdy zahrnuta také), začíná podpisem protokolu o ukončení zkušebního provozu. Uživatel tímto úkonem přebírá systém do své péče.

o) Trvalý uživatelský provoz

Z počátku se po předem sjednanou dobu kryje s dobou záručního provozu. Z účetnického hlediska znamená převzetí technologických prostředků do evidencí objednatele, který může započít odepisování investic. Po ukončení doby záručního provozu přechází na uživatele péče o provoz systému, včetně nákladů za servis.

p) Akceptační činnosti

Akceptační činnosti umožňují vyhodnotit výsledky dosažené vybudováním informačního systému konfrontací s požadavky na systém, které byly schváleny v zahajovacích etapách budování. Může je provádět i sám uživatel. Uplatní se zápisy z etap oživení, zprovoznění, technologického ověřování a zkušebního provozu spolu s poznatky ze záručního a trvalého provozu.

2 HARDWAROVÉ PROSTŘEDKY REALIZACE IS

Obsahem následující kapitoly bude zevrubný popis technických prostředků použitých v práci. Dále také charakteristiky a stručný popis technologií, na kterých je navržený systém založen. V závěru budou uvedeny charakteristiky komunikačních prostředků a sběrnic, kterými jsou jednotlivé prvky navrženého systému propojeny.

2.1 Platforma Arduino

V kapitole budou nejprve uvedeny informace, které se vztahují obecně k Arduino platformě. Poté bude následovat detailnější popis konkrétních produktů této platformy, které byly v návrhu systému použity.



Obrázek 2: Arduino logo [5]

2.1.1 Obecné informace a historie

Arduino je open source platforma šířená pod GPL licencí. Platforma je založená na mikrokontrolerech ATmega od firmy Atmel (podrobně v kapitole 2.2) a grafickém prostředí, které bylo odvozeno z dříve existujících prostředí Wiring a Processing. [6]

Platforma je určena pro tvorbu elektronických prototypů, zakládá si na flexibilní a jednoduše použitelné softwarové a hardwarové implementaci. Projekty postavené na této platformě mohou být ve formě uzavřených systémů, nebo mohou prostředky této platformy spolupracovat v reálném čase s počítačem. GPL licence se vztahuje na všechny části platformy, proto jsou volně ke stažení jak schémata a návrhy DPS k jednotlivým hardwarovým komponentům, tak i software pro vývoj aplikací. Platforma zahrnuje poměrně velké množství vývojových desek, které jsou uzpůsobené pro různé možnosti nasazení, ať už počtem vstupů nebo výstupů, velikostí pamětí, fyzickým provedením, či jinak. V neposlední řadě je také k dispozici množství modulů, které dovolují snadné použití technologií jako Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, GSM, GPS a další. [5] [7]

Pro představu jsou v následující tabulce (Tabulka 1) uvedeny hlavní parametry vybraných vývojových desek platformy Arduino. [6]

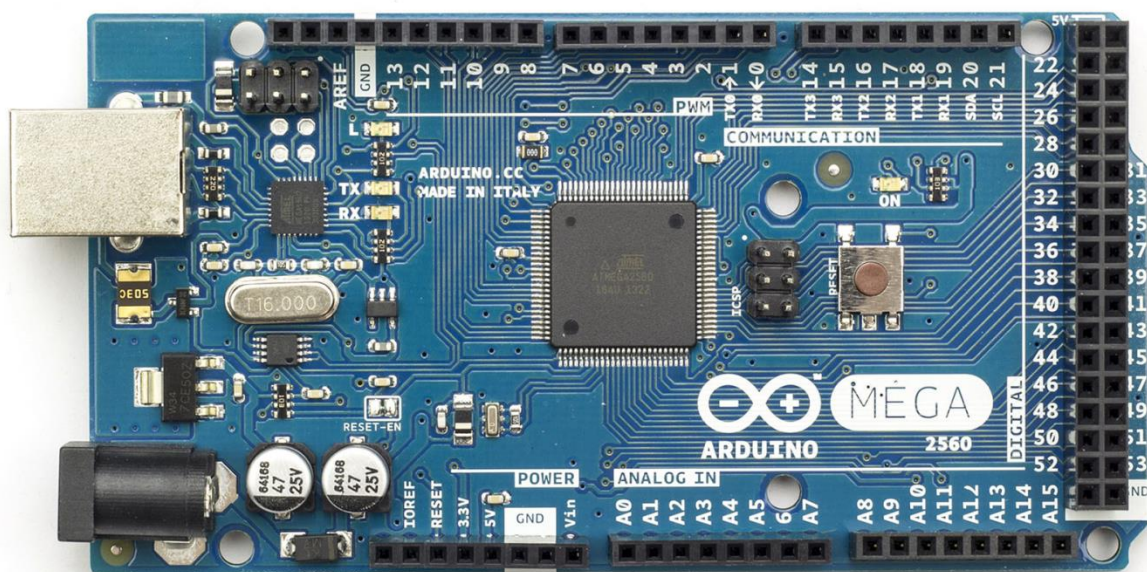
Tabulka 1: Parametry vybraných vývojových desek platformy Arduino

Název	Procesor	Analogové		Digitální		Rozměry desky [mm]	SRAM [KB]
		Vstupy	Výstupy	I/O	PWM		
Uno	ATmega328	6	0	14	6	68,6 x 53,3	2
Nano v. 3	ATmega328	8	0	14	6	43 x 18	2
Mega 2560	ATmega2560	16	0	54	15	101,6 x 53,3	8
Due	AT91SAM3X8E	12	2	54	12	101,6 x 53,3	96

K vývojovým deskám mohou být rozšiřující moduly připojovány kabely na určené piny, nicméně v produktech platformy Arduino lze nalézt takzvané „shieldy“. Jsou to desky, které se velikostně, umístěním pinů a montážních otvorů shodují s deskou Arduino Uno. Tyto desky je potom možné nasunout shora na vývojovou desku. Připojený modul se připojí na piny, které používá pro komunikaci s vývojovou deskou a ostatní piny pouze vyvede pro další použití. [5]

2.1.2 Arduino Mega 2560

Jedná se o vývojovou desku (Obrázek 3) postavenou na procesoru ATmega2560, která má rozšířený počet vstupů a výstupů. Pro připojení k počítači je k dispozici konektor USB B, kterým může být deska také napájena. Alternativní napájení je možné souosým napájecím konektorem 2,1/5,5 mm. [5]



Obrázek 3: Vývojová deska Arduino Mega 2560 [5]

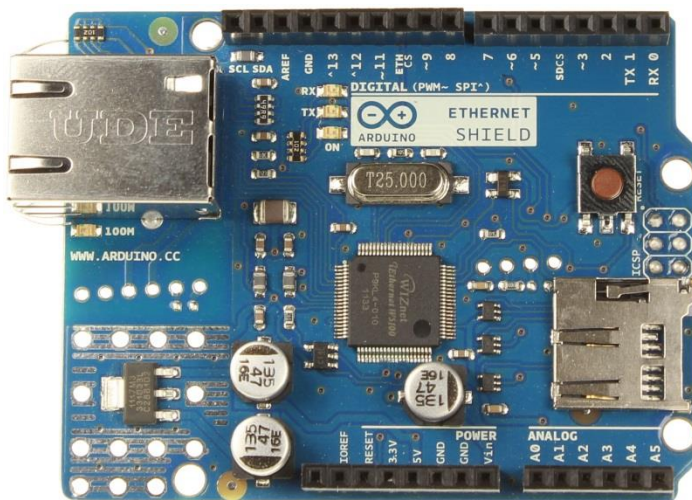
Vývojová deska podporuje softwarový reset a ochranu USB proti přetížení. Dále má 16 analogových vstupů, deseti bitový A/D převodník a 54 digitálních vstupně výstupních piny, z nichž některé podporují speciální funkce [5]:

- 4 hardwarové UART
- 6 pinů externího přerušení
- 15 analogových výstupů pomocí PWM
- 1 pevně připojená LED
- 1 SPI rozhraní
- 1 TWI (I²C) rozhraní

Výkonové parametry, jako taktovací frekvence nebo velikosti pamětí, se odvíjí od osazeného procesoru. Detailnější informace o osazeném procesoru jsou k dispozici v navazující části práce (kapitola 2.2.2).

2.1.3 Ethernet shield

Tento doplněk vývojové desky (Obrázek 4) umožňuje komunikaci pomocí Ethernet portu. Komunikace s vývojovou deskou probíhá skrze rozhraní SPI. Na desce je také přítomen slot pro micro SD kartu k ukládání větších objemů dat. [5] [8]



Obrázek 4: Arduino Ethernet Shield [5]

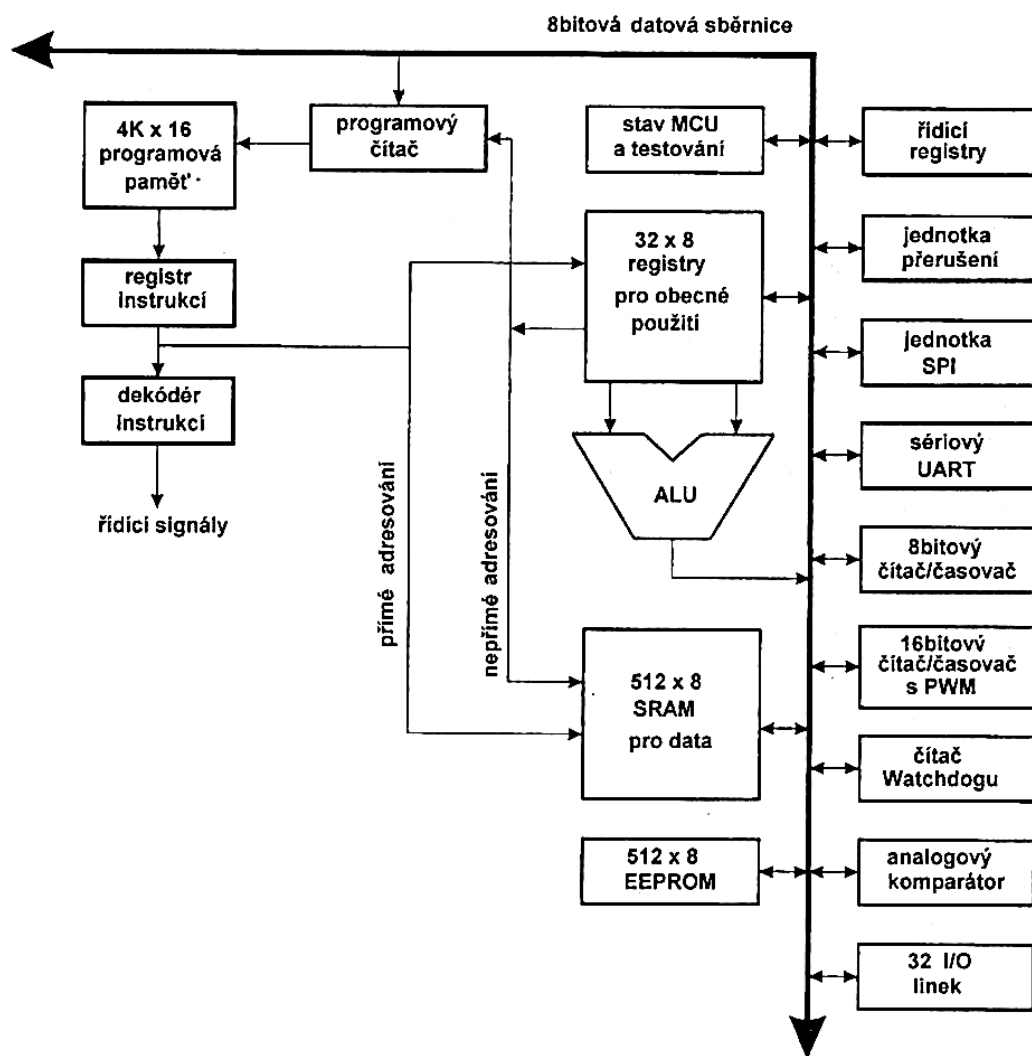
Již základní knihovna k tomuto modulu dokáže komunikovat na jakémkoli TCP/IP portu. Komunikace může probíhat jak v módu klient, tak i server. Arduino je tedy díky tomuto modulu, mimo jiné, schopné pracovat jako jednoduchý webový klient nebo i server, popřípadě komunikovat pomocí Telnet protokolu. [5] [8]

2.2 Mikrokontrolery Atmel

V hardwarových prostředcích finálního návrhu informačního systému se vyskytují pouze Mikrokontrolery od firmy Atmel. Proto obsahem této kapitoly bude představení firmy Atmel s její architektury AVR s následným podrobnějším popisem obou mikrokontrolerů použitých v navrženém systému (ATmega2560 a ATtiny2313A).

2.2.1 Firma Atmel, AVR architektura

Firma Atmel, založená v roce 1984, je výrobce polovodičů a integrovaných obvodů. Velkou část produkce tvoří osmibitové a 32 bitové mikrokontrolery na architektuře ARM nebo vlastní architektuře AVR. Firma vyrábí také řešení pro dotykové obrazovky, komponenty RFID systémů, EEPROM paměti, flash paměti a jiné. Dříve vyráběla také klony osmibitových mikropočítačů 8051. [9]



Obrázek 5: Příklad architektury MCU AVR (AT90S8515) [10]

Jak již bylo výše uvedeno, firma Atmel vyrábí procesory i na své vlastní architektuře AVR. Zkratka AVR nemá dle společnosti Atmel žádný zamýšlený význam. Na této architektuře jsou postaveny oba níže popsané čipy. Architektura respektuje členění paměti dle harvardské architektury, kdy je vyhrazena paměť zvlášť pro program a zvlášť pro data. Příklad architektury AVR pro MCU AT90S8515 je vyobrazen na předchozím obrázku (Obrázek 5). Typicky je dnes paměť pro program realizována flash pamětí a paměť pro data je typu SRAM. Jedná se architekturu na bázi RISC, má tedy redukovanou (vysoce optimalizovanou) instrukční sadu. [9] [10]

2.2.2 ATmega2560

Tímto čipem je osazena v práci použitá vývojová deska platformy Arduino. Řada ATmega označuje výkonné mikročipy s obecně většími objemy pamětí a s větším počtem integrovaných rozhraní. Mikrokontroler je osmi bitový, maximálně může běžet na taktu 16 MHz, má sníženou spotřebu a disponuje programovacím rozhraním JTAG. Sada instrukcí je mírně rozšířena, zejména v oblasti násobení čísel a přístupu k větším pamětím. ATmega2560 má integrovaný čítač pro práci s reálným časem, 86 vstupně výstupních pinů, šestnácti kanálový desetibitový A/D převodník, čtyři UART a může pracovat na napájecím napětí mezi 4,5 V a 5,5 V. [9]

Velikosti jednotlivých typů pamětí, které jsou na tomto čipu umístěny, jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 2) [9]:

Tabulka 2: Velikosti jednotlivých typů paměti ATmega2560

ATmega2560	Typ paměti		
	Flash	SRAM	EEPROM
Velikost [KB]	256	8	4

Do paměti typu flash se pomocí programátoru nahrává program. V paměti SRAM jsou za běhu programu uložena data. Paměť EEPROM může být použita pro trvalé uložení dat, tato data se nevymažou při odpojení napájení, jako je tomu u dat uložených v SRAM. [10]

2.2.3 ATtiny2313A

Řada ATtiny označuje čipy, které najdou své využití v jednoduchých a malých elektronických obvodech. Jedná se o osmibitové čipy, které mohou běžet maximálně na taktu 20 MHz, pouze s minimálním počtem rozhraní. ATtiny2313A má 18 vstupně

výstupních pinů při podpoře jednoho UART rozhraní. Tato konkrétní verze má extrémně nízkou spotřebu, což značí písmeno A na konci označení čipu. Napájecí napětí, při kterém může čip pracovat, je v rozmezí 2,7 V – 5,5 V. Díky takovému rozsahu napájecích napětí je tento čip vhodný pro napájení z akumulátorů. [9]

Velikosti jednotlivých typů pamětí, které jsou na tomto čipu umístěny, jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 3) [9]:

Tabulka 3: Velikosti jednotlivých typů paměti ATtiny2313A

ATtiny2313A	Typ paměti		
	Flash	SRAM	EEPROM
Velikost [B]	2048	128	128

Účel a funkce jednotlivých typů použitých pamětí byly již uvedeny v závěru předchozí kapitoly (kapitola 2.2.2).

2.3 Úvod do RFID technologie

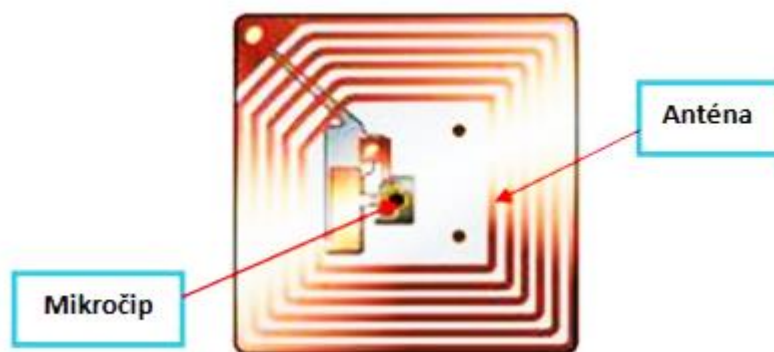
V následující kapitole budou uvedeny základní informace o funkci a možnostech RFID (Radio Frequency Identification) technologie, tedy identifikace za pomoci rádiových vln. Půjde o stručnou historii vývoje této technologie, její rozdělení a vlastnosti jednotlivých podskupin s uvedenými možnostmi použití v praxi.

2.3.1 Historie a vývoj

Vznik radiofrekvenční identifikace jako takové je spojen s prvním nasazením radarů za druhé světové války, kdy bylo potřeba rozlišit letadla nepřátel od vlastních. V této souvislosti byly zkoumány změny odražených radarových vln v závislosti na typu letadla. V 70. letech byly podány první patenty v této oblasti. Později došlo k prvnímu komerčnímu využití této technologie jako zabezpečení zboží v obchodech proti krádeži. Tato funkcionality vyžadovala pouze jednobitové čipy, které se k tomuto účelu používají do dnešní doby. V 90. letech byly patentovány UHF RFID systémy, které pracují na vysoké frekvenci a poskytují větší dosah a datové přenosy. Další praktické aplikace jako identifikace dobytka, mýtné brány na silnicích, přístupové systémy na sebe nenechaly dlouho čekat. Technologie RFID se velmi dynamicky rozvíjí a její potenciál bezpochyby není v dnešní době plně využit. V nejbližší době se očekává větší rozšíření v oblastech, kde aktuálně dominují různé varianty čárových kódů. [11] [13]

2.3.2 RFID jako nástupce čárových kódů

RFID technologie se obecně považuje za přímého nástupce čárových kódů, nicméně v brzké době se však úplné nahrazení čárových kódů nepředpokládá, spíše se RFID technologie uplatní pouze v některých specifických oblastech, popřípadě bude koexistovat v kombinaci s čárovými kódy. Myšlenku vzniku bezdrátového zpracování dat v této oblasti prosazuje firma WalMart, která stála u zrodu čárových kódů. [12]



Obrázek 6: Pasivní RFID tag [14]

RFID tagy (Obrázek 6) mají oproti čárovým kódům následující výhody [12]:

- Nemusí být umístěny na viditelném místě (lepší ochrana proti poškození)
- Možnost načíst najednou velké množství tagů
- Možnost větší čtecí vzdálenosti
- Možnost zápisu informací do tagu a jejich případné změny

2.3.3 RFID tagy, rozdělení

Podoba RFID tagů může být rozmanitá, nicméně struktura všech RFID tagů je stejná. Každý tag musí bezpodmínečně obsahovat anténu pro komunikaci se čtečkou, která může sloužit i pro napájení čipu (u pasivních tagů). Dále také musí obsahovat čip, který uchovává data a zajišťuje jejich modulaci pro uskutečnění přenosu. Příklad podoby RFID tagu je uveden na předchozím obrázku (Obrázek 6). Základní funkcí těchto tagů je uchovávat data ve vnitřní paměti a tyto data poskytovat RFID systému. Z hlediska funkce, provozní frekvence, formátu přenosu dat a jiných existuje poměrně velké množství typů těchto tagů. Použitý systém pro práci s těmito tagy (zejména čtečka) musí daný typ tagu podporovat, jinak nebudou jednotlivé komponenty spolupracovat. Dále v této kapitole je proto uvedeno rozdělení těchto tagů dle základních parametrů. [12] [14]

Nejsignifikantnější je rozdělení dle **zdroje energie** [14]:

- a) **Aktivní** – Mají vlastní zdroj energie, díky němuž jsou schopny samy vysílat do okolí (metoda TTF). Při dnešní úrovni baterií jsou schopny vydržet v provozu 1 – 5 let. Uplatnění najdou v aplikacích sledování vozového parku a všude tam, kde je možné čipy opětovně použít, protože pořizovací náklady u těchto čipů jsou poměrně vysoké. Čtecí vzdálenost může být až 100 metrů.
- b) **Pasivní** – energii získávají z antény, přenos probíhá tedy metodou RTF. Mají zanedbatelné nároky na údržbu a cena je velmi nízká. Čtecí vzdálenost se odvíjí od antény tagu a použité frekvenci, může se pohybovat od deseti centimetrů do deseti metrů. Pro nižší frekvence je maximální čtecí vzdálenost obecně menší.
- c) **Semi-pasivní** – Toto tagy mohou mít interní zdroj energie, který ale neslouží ke komunikaci, nýbrž k napájení pomocných obvodů (typicky senzory). V druhém případě mohou mít baterii, která uchovává energii zachycenou z antény pro budoucí komunikaci.

Dále se mohou tagy dělit podle **druhu použité paměti** [14]:

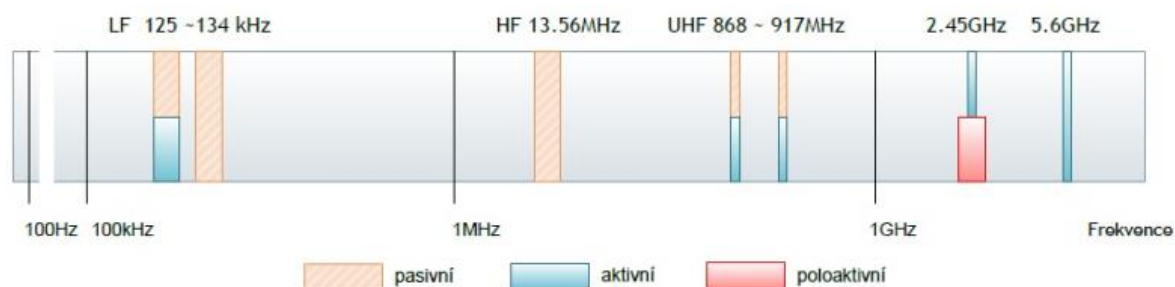
- a) **RO (Read – Only)** – Data z těchto tagů mohou být pouze načítány. Funkce je obdobná jako u čárových kódů, data jsou zapsána už při výrobě. Paměť je o velikosti 40 - 512 bitů, přičemž se do ní ukládá unikátní identifikační (sériové) číslo. Rychlost čtení může být až 1000 tagů/s.
- b) **WORM (Write Once Read Many)** – tyto tagy jsou také pouze pro čtení, nicméně nejsou naprogramovány už ve výrobě. Potřebná informace do něj vloží později prodejce nebo dodavatel. Velikost paměti je stejná jako u RO, kdežto maximální rychlost čtení tagů je asi pětinová.
- c) **RW (Read – Write)** – Množství uchovávaných dat je oproti předchozím typům řádově větší. Objem uchovávaných dat může být v rozmezí u pasivních tagů 386 b až 8 Kb, u aktivních potom 16 Kb až 2 Mb. Maximální počet zápisů do tagu se pohybuje okolo jednoho tisíce. Rychlost čtení těchto tagů může být až 1000 tagů/s.

V praxi se také mohou objevit tagy pro specifické oblasti použití, které mají v různém poměru kapacity použity dva z výše uvedených typů pamětí. [14]

Jako poslední uvedu rozdělení tagů podle frekvence, na které pracují. Rozložení těchto frekvencí spolu s přibližným podílem aktivních a pasivních tagů, které v dané frekvenční oblasti pracují, je znázorněno na následujícím obrázku (Obrázek 7). [15]

Kmitočtová pásma jsou rozdělena následovně [15]:

- **LF** (Low Frequency) – nízká frekvence
- **HF** (High Frequency) – vysoká frekvence
- **UHF** (Ultra High Frequency) – velmi vysoká frekvence



Obrázek 7: Pracovní frekvence RFID tagů [15]

2.3.4 Standard EPC

S postupným nasazováním RFID technologie přicházela potřeba standardizovat data, které tag poskytuje čtečce. Od roku 2003 strukturu těchto dat upravuje standard EPC (Electronic Product Code). Tento standard vede k velké úspoře místa v paměťovém prostoru, protože většina dat o daném produktu může být zakódována do jeho struktury. [15]

Struktura těchto dat je následující [15]:

- **Záhlaví:** informace o délce, typu a struktuře kódu
- **EPC Manager:** identifikace společnosti
- **Object Manager:** informace o typu položky a druhu výrobku
- **Pořadové číslo:** identifikuje konkrétní položku daného výrobku

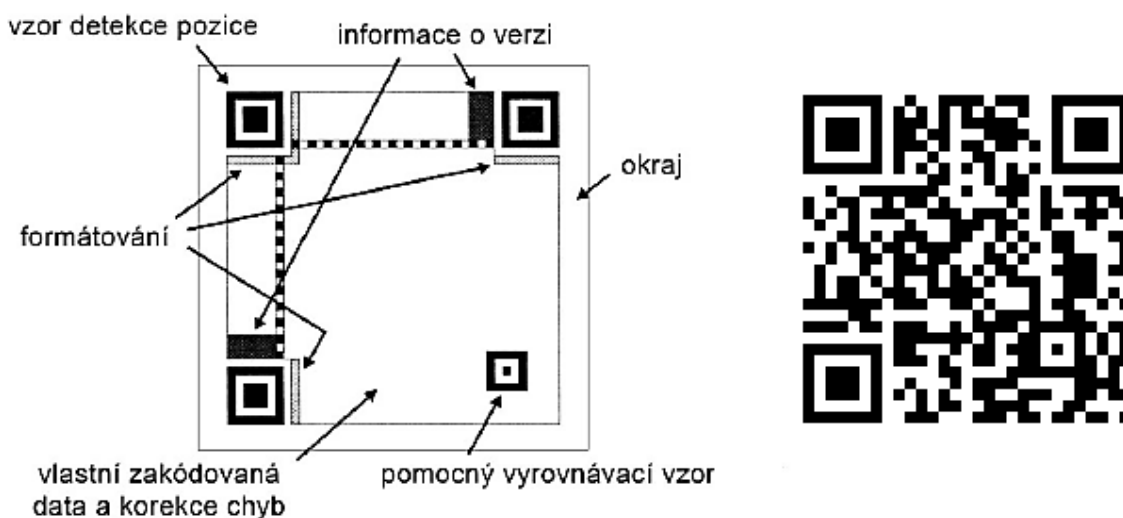
Přidělování EPC řídí společnost EPCglobal, čímž je v praxi zaručena jedinečná identifikace položek. [15]

2.3.5 RFID čtečky

RFID čtečka umožňuje řídícímu počítači přístup k datům RFID tagů, umožňuje čtení a zápis dat do nich, základní filtraci těchto dat a v neposlední řadě zajišťuje napájení pasivních RFID tagů. Čtečky mohou být jak ve formě pevné instalace (stacionární), tak přenosné. Stacionární čtečky disponují ve většině případů externí anténou, která umožňuje zvýšení efektivního dosahu čtení. [14]

2.4 QR kódy

QR kódy spadají do široké skupiny 2D kódů. Zkratka QR znamená Quick Response. Vznikly v Japonsku původně pro uplatnění v průmyslu, nicméně v dnešní době nacházejí uplatnění v mnoha jiných oblastech, zejména v marketingu. Dokáže uchovávat větší objemy dat, při velké schopnosti korekce chyb. [16] [17]



Obrázek 8: Struktura QR kódu (vlevo), příklad QR kódu (vpravo) [16]

Na předchozím obrázku (Obrázek 8) je znázorněna struktura QR kódu s uvedeným příkladem finální podoby. Nejmenším prvkům (bodům) výsledného symbolu se říká moduly. QR kód je variabilní, může mít různý počet modulů. Čím více má QR kód modulů, tím více je schopen uchovat dat. Dle počtu modulů existuje 40 verzí (verze 1 – 40) QR kódů. S každým zvýšením verze o 1 se přidají 4 moduly v každém směru. V následující tabulce (Tabulka 4) jsou uvedeny vybrané verze QR kódů, včetně kapacity dat, jakou je daná verze schopná pojmout. [16]

Množství uchovávaných dat je kromě počtu modulů závislé také na úrovni stupně ochrany obsahu. Tato ochrana zajišťuje úspěšné načtení QR kódů při špatných podmínkách a čtení do jisté míry mechanicky poškozených kódů. Tato ochrana je implementována pomocí Reed-Solomonovy metody. Úrovně ochrany obsahu jsou následující [17]:

- **L** (možnost čtení při poškození 7% plochy)
- **M** (možnost čtení při poškození 15% plochy)
- **Q** (možnost čtení při poškození 25% plochy)
- **H** (možnost čtení při poškození 30% plochy)

Tabulka 4: Přehled množství uchovávaných dat u vybraných verzí QR kódů [16]

Verze QR kódu	Počet modulů	Množství uchovávaných dat [B]			
		Úroveň ochrany obsahu			
		L	M	Q	H
1	21 x 21	17	14	11	7
2	25 x 25	32	26	20	14
3	29 x 29	53	42	32	24
5	37 x 37	106	84	60	44
10	57 x 57	271	213	151	119
20	97 x 97	858	666	482	382
30	137 x 137	1732	1370	982	742
40	177 x 177	2953	2331	1663	1273

QR kód může uchovávat jak textové a numerické znaky, tak i japonské znaky. Čtečkami může být obsah také různě interpretován, třeba jako hypertextový odkaz, vizitka, e-mail, GPS poloha a jiné. [17]

2.5 LAN technologie

Protože k propojení jednotlivých prvků navrženého informačního systému je využito prostředků lokální počítačové sítě, bude v této kapitole uveden stručný popis dvou stěžejních technologií právě z oblasti počítačových sítí.

2.5.1 Ethernet

S postupem času se Ethernet stal v oblasti lokálních sítí naprosto dominantní technologií. Z tohoto důvodu je v dnešní době prakticky chápán jako synonymum pro LAN. Prostřednictvím Ethernetu je realizována první a druhá (fyzická a linková) vrstva referenčního modelu OSI. Ethernet je založen na metodě CSMA/CD. Tato metoda využívá mnohonásobného přístupu s nasloucháním nosné a detekcí kolizí. Data v Ethernetu jsou posílána v rámcích. Každý rámec obsahuje preambuli pro synchronizaci s příjemcem, označení začátku rámce SFD, MAC adresu (více v kapitole 2.5.3) zdroje a cíle, typ rámce, samotné data a kontrolní součet. [18]

Specifikace pro Ethernet určuje standardy společnost IEEE. Klíčové vlastnosti Ethernetu byly dány již standardem IEEE802.3 v roce 1983. Tento standard byl od té doby mnohokrát rozšiřován za účelem standardizace vyšších přenosových rychlostí a jiných technologických vylepšení. [18]

Aktuálně Ethernet využívá dva druhy přenosových médií [18]:

- **Kroucená dvojlinka** (kratší přenosové vzdálenosti, levnější)
- **Optický kabel** (delší přenosové vzdálenosti, dražší, vyšší odolnost proti rušení)

V následující tabulce (Tabulka 5) jsou uvedeny vybrané varianty Ethernetu dle přijatých standardů IEEE, včetně některých parametrů.

Tabulka 5: Parametry vybraných variant Ethernetu

Varianta	Rok vydání	Standard IEEE	Rychlost přenosu	Přenosové médium
10BASE-2	1985	802.3a	10 Mbit/s	Koaxiální kabel
10BASE-T	1990	802.3i	10 Mbit/s	Kroucená dvojlinka
100BASE-TX	1995	802.3u	100 Mbit/s	Kroucená dvojlinka
100BASE-FX	1995	802.3u	100 Mbit/s	Optický kabel
1000BASE-X	1998	802.3z	1 Gbit/s	Optický kabel
1000BASE-T	1999	802.3ab	1 Gbit/s	Kroucená dvojlinka
10GBASE-SR	2003	802.3ae	10 Gbit/s	Optický kabel
10GBASE-T	2006	802.3an	10 Gbit/s	Kroucená dvojlinka

Ethernetová síť se skládá ze segmentů. V aktuálních sítích, kde jsou jako přenosová média použity kroucené dvojlinky nebo optické kabely, se segmentem rozumí jeden úsek tohoto média s dvěma připojenými zařízeními. U sítí s více segmenty je pro propojení segmentů nutné použít aktivní síťové prvky, jako jsou směrovače, přepínače, nebo mosty. [18]

2.5.2 Wi-Fi

Pod pojmem Wi-Fi se skrývá soubor technologií pro bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích, který je od roku 1997 standardizován normou IEEE 802.11, na kterou navazují pozdější rozšíření. Wi-Fi využívá bezlicenčních rádiových pásem (2,4 GHz a 5 GHz). Rádiová komunikace je založena na principu rozprostřeného spektra. Pomocí Wi-Fi jsou typicky přenášeny zapouzdřené Ethernetové rámce. Wi-Fi nepoužívá metodu CSMA/CD jako Ethernet, ale metodu CSMA/CA. Jedná se o metodu mnohonásobného přístupu s nasloucháním nosné a předcházením kolizí. Při komunikaci v rámci jedné Wi-Fi sítě musí všechna zařízení v této síti předávat stejný identifikátor SSID. Tento identifikátor vysílá v pravidelných intervalech přístupový bod (AP), popřípadě v ad-hoc sítích (sítě bez AP) si tento identifikátor mezi sebou předávají klientské stanice. [19] [20]

Wi-Fi podporuje 3 druhy zabezpečení sítě pomocí šifrování [20]:

- **WEP** – Využívá proudové šifry RC4, prolomen 2001
- **WPA** – Interně vylepšený WEP, aktuálně již není považován za bezpečný
- **WPA 2** – Využívá blokové šifry AES, která je považována za bezpečnou

Maximální přenosová rychlost dosažitelná po Wi-Fi se odvíjí od verze standardu 802.11, kterou dané zařízení podporuje. V následující tabulce (Tabulka 6) jsou tyto přenosové rychlosti pro vybrané verze standardu 802.11 uvedeny spolu s rokem vydání a podporovanými frekvenčními pásmy [20] [21].

Tabulka 6: Parametry vybraných variant standardu 802.11

Standard IEEE	Rok vydání	Pásmo 2,4 GHz	Pásmo 5 GHz	Maximální přenosová rychlost
802.11	1997	✓	X	2 Mbit/s
802.11a	1999	X	✓	54 Mbit/s
802.11b	1999	✓	X	11 Mbit/s
802.11g	2003	✓	X	54 Mbit/s
802.11n	2009	✓	✓	600 Mbit/s

U standardu 802.11n je přenosová rychlost 600 Mbit/s uvažována na fyzické (první) vrstvě modelu OSI. Přenosová rychlost dat je znatelně menší díky vysoké režii v rámci linkové (druhé) vrstvy. [21]

2.5.3 MAC adresa

MAC adresa slouží jako jedinečný identifikátor síťového zařízení. Je využívána v Ethernet sítích, Wi-Fi sítích, ale i Bluetooth zařízeními. Je používána v protokolech spojové (druhé) vrstvy OSI. Adresa je síťovému zařízení přidělena již při výrobě dle pevných pravidel. Přidělování adres řídí centrální správce, který rozsah rozděluje mezi výrobce hardwaru. MAC adresa je někdy označována jako fyzická adresa, nicméně současné zařízení dovolují MAC adresu programově změnit, proto již dnes není jedinečnost MAC adresy bezvýhradně zaručena. [18] [22]

MAC adresy pro Ethernet i Bluetooth zařízení jsou 48 bitové. Dle standardu se MAC adresa zapisuje jako tři skupiny čtyř hexadecimálních čísel. V oblasti Ethernetu je ale obvyklý zápis ve formátu šesti skupin dvojčiferných hexadecimálních čísel, které se oddělují pomlčkami nebo dvojtečkami. [18] [22]

2.6 Komunikační rozhraní

Poslední část kapitoly věnující se hardwarovým prostředkům pro realizaci navrženého informačního systému je zaměřena na komunikační rozhraní, které jsou použity v jeho jednotlivých součástech, pro komunikaci mezi nimi nebo jako komunikace se zařízeními mimo navržený systém.

2.6.1 USART

Anglická zkratka USART se dá volně v češtině interpretovat jako univerzální synchronní/asynchronní přijímač vysílač. Toto rozhraní je v oblasti sériové komunikace chováno v největším povědomí. Zahrnuje známé standardy RS-232 a RS-485, obecně se ale pod touto zkratkou skrývá hardwarová a softwarová výbava, která pomocí dvou pinů (většinou značených jako RX a TX) zajišťuje příjem a vysílání dat. Protože je toto rozhraní univerzální, lze nastavovat rychlost hodinového signálu a tím i přenosovou rychlost. Samotný formát komunikace je založen na start bitu a na určeném počtu stop bitů, přičemž umožňuje nastavení délky bajtu a použití paritního bitu. V asynchronním módu obsahuje přijímač i vysílač generátor hodinového signálu, kterým se přenos řídí. [23]

2.6.2 SPI

Primární určení rozhraní SPI je v oblasti připojování periférií k mikrokontrolerům nebo v oblasti komunikace mezi nimi. Typicky se mezi připojované periferie řadí A/D převodníky, nebo vnější paměti. Systém může obsahovat dva nebo více obvodů, z nichž jeden je typu Master a další typu Slave. [24]

Tyto obvody jsou propojeny čtyřmi vodiči [24]:

- **MOSI** (Master Out, Slave In) – Datový výstup z pohledu Master zařízení.
- **MISO** (Master In, Slave Out) – Datový vstup z pohledu Master zařízení.
- **SCKL** (Serial Clock) – Hodinový signál z Master zařízení.
- **SS** (Slave Select) – Výběr aktivního Slave zařízení.

2.6.3 USB

Sběrnice USB je v současné době dominantní komunikační rozhraní v oblasti osobních počítačů. Jedná se o sériovou sběrnici, která ovšem data po stejných linkách odesílá i přijímá, na rozdíl třeba od sběrnice RS-232, kde je pro každý směr vyhrazena linka zvlášť. Oproti sběrnici RS-232 j USB také podstatně rychlejší a dokáže také přenášet

napájecí napětí. Přenosová rychlost dosahuje u verze 2.0 480Mbit/s. Hodnota napájecího napětí je 5V, datové linky používají napětí 3,3 V. Sběrnice podporuje až 127 zařízení a možnost připojování Plug & Play. [25]

2.6.4 BlueTooth

Aktuálně je technologie BlueTooth dominantní technologií v oblasti bezdrátového přenosu dat na krátké vzdálenosti. Od svého uvedení v roce 1999 se značně rozšířila mezi běžnými uživateli, ale také v průmyslovém prostředí. Na úrovni fyzické vrstvy pracuje na frekvenci 2,4 GHz a využívá metody kmitočtových skoků, která zajišťuje větší odolnost proti rušení. Pro možnost opětovného navázání spojení s konkrétním zařízením po ztrátě spojení a také jako bezpečnostní prvek používá technologie BlueTooth proces párování. [26] [27]

Přenosová rychlost BlueTooth zařízení se odvíjí od verze specifikace, které dané zařízení podporuje. V následující tabulce (Tabulka 7) jsou uvedeny vybrané verze BlueTooth specifikace s rokem vydání a jejich maximální rychlostí přenosu dat. [27]

Tabulka 7: Vybrané verze BlueTooth specifikací

Rok vydání	Verze specifikace	Přenosová rychlost
2005	BlueTooth 1.2	721 kbit/s
2007	BlueTooth 2.1+ EDR	3 Mbit/s
2009	BlueTooth 3.0 HS	24 Mbit/s

Dosah BlueTooth zařízení je závislý na vysílaném výkonu. Podle velikosti vysílacího výkonu jsou zařízení rozdělena do tříd uvedených v následující tabulce (Tabulka 8). [27]

Tabulka 8: Třídy BlueTooth zařízení

Třída	Maximální výkon		Přibližný dosah [m]
	[mW]	[dBm]	
Class 1	100	20	100
Class 2	2,5	4	10
Class 3	1	0	1

3 SOFTWAREVÉ PROSTŘEDKY REALIZACE IS

Tato kapitola se bude zabývat charakteristikou jednotlivých programovacích a skriptovacích jazyků, které byly použity pro vytvoření programové části navrhovaného systému. V závěru kapitoly jsou také stručně uvedeny softwarové vývojové nástroje, které byly použity pro tvorbu hardwarových nebo softwarových součástí navrženého informačního systému.

3.1 Programování mikrokontrolerů

Protože programovací jazyk je pro různé typy mikrokontrolerů nezanedbatelně odlišný a daný typ mikrokontroleru sebou nese většinou další zvláštnosti, jsou v této kapitole uvedeny způsoby a specifika programování v navrženém systému použitých mikrokontrolerů.

3.1.1 Arduino

Programovací jazyk pro Arduino boardy je odvozen z jazyka Wiring, který byl původně určen pro jinou open-source platformu Processing. Tato platforma ale nezískala takovou popularitu. Syntaxe jazyka je podobná C++. Program je primárně rozdělen do dvou funkcí. Tyto funkce nesou název `setup()` a `loop()`. Toto rozdělení vychází ze zaběhnuté praxe programování pro jednočipové mikropočítače, kdy část programu je prováděna pouze jednou po naběhnutí mikropočítače a zbytek programu se opakuje ve smyčce. [5] [28]

Jednou z velkých předností platformy Arduino je dostupnost velkého množství open source knihoven. Níže jsou uvedeny základní a pro tuto práci stěžejní knihovny pro Arduino s jejich stručným popisem [5]:

- **EEPROM** – Zápis a čtení do EEPROM paměti
- **Ethernet** – Obslužná knihovna Ethernet Shieldu
- **SD** – Zápis a čtení dat z SD karet
- **SoftwareSerial** – Softwarová emulace sériového portu
- **SPI** – Komunikace se zařízeními připojenými skrze SPI rozhraní

Součástí platformy Arduino je také programátorské vývojové prostředí. Prostředí nese název Arduino IDE a je volně ke stažení na webových stránkách projektu [5]. Bližší informace o tomto vývojovém prostředí jsou dostupné v kapitole zabývající se použitým vývojovým softwarem (kapitola 3.3.1).

3.1.2 ATtiny2313A

Jak již bylo dříve v práci uvedeno (v kapitole 2.2), je tento mikrokontroler založen na architektuře AVR, jako mnoho dalších od firmy Atmel. Pro mikrokontrolery založené na této architektuře je možné programovat v jazyku symbolických adres (Assembleru), nebo v jazyce C. Oboje za předpokladu použití vhodného kompilátoru. [29]

Pro vývoj programů pro tuto platformu je mimo jiné možné použít vývojové prostředí přímo od firmy Atmel šířené pod názvem Atmel Studio. Bližší informace o tomto vývojovém prostředí jsou dostupné v kapitole zabývající se použitým vývojovým softwarem (kapitola 3.3.2).

3.2 Webová část

V této kapitole jsou uvedeny základní charakteristiky skriptovacích, dotazovacích a značkovacích jazyků pro tvorbu webových stránek a práci s databázemi.

3.2.1 PHP

Jazyk PHP je skriptovací jazyk, který je primárně určen pro serverové části webových aplikací (server-side scripting). PHP se stará o dynamické generování webového obsahu ve značkovacích jazycích na základě požadavků od klienta a jiných okolností, který je následně interpretován uživateli prostřednictvím webových prohlížečů. PHP je svobodný open-source software, je tedy dostupný zdarma. Z vlastností PHP je nutné vyzdvihnout jeho multiplatformnost, díky které jeho knihovny tedy mohou běžet jak pod operačním systémem Linux, tak i Windows. Od verze 5 je PHP vybaveno podporou OOP, jejíž absence do té doby poněkud brzdila další rozvoj tohoto skriptovacího jazyka. Největší výhodou PHP ale je jeho velká podpora u společností poskytujících webhostingové služby za přijatelnou cenu. Současná stabilní verze PHP je 5.5.11. [30] [31]

3.2.2 SQL

Zkratku SQL je možné do češtiny volně přeložit jako strukturovaný dotazovací jazyk, což v podstatě přesně vystihuje funkci tohoto jazyka. Je používán pro práci s daty z relačních databázových systémů. Každý z aktuálně rozšířených relačních databázových systémů (MySQL, MS SQL, Oracle a jiné) využívá mírně modifikovanou verzi tohoto jazyka, která implementuje různé nadstavbové funkce, nicméně základní příkazy a struktura vždy stejné. Tímto dotazovacím jazykem komunikuje PHP s databází. [30] [32]

3.2.3 HTML, XHTML, CSS

Jako značkovací jazyky pro tvorbu webového obsahu slouží HTML a XHTML. Zdrojový kód napsaný v těchto jazycích interpretuje webový prohlížeč na straně uživatele. Zjednodušeně lze tyto jazyky chápat jako nástroj pro zápis obsahu webových stránek a jeho formátování. Jazyk XHTML, který je odvozen ze struktury jazyka XML, byl původně zamýšlen jako specifikace, která plně nahradí jazyk HTML. Uvažovalo se tak v době, kdy poslední verze HTML byla 4.01 z roku 1999. Nicméně nahrazení HTML jazykem XHTML nedošlo, místo toho se plánuje schválení nové verze HTML 5 koncem roku 2014. Aktuálně tedy oba dva jazyky koexistují spolu a vyvíjejí se paralelně. [33] [34]

Anglická zkratka CSS představuje označení pro kaskádové styly. Jedná se o jazyk navržený pro zápis způsobu zobrazení stránek napsaných v jazycích HTML nebo XHTML. Uplatňuje se tedy zejména v oblasti webdesignu. [33]

3.2.4 JavaScript

JavaScript je objektově orientovaný skriptovací jazyk, jehož primární účel je v oblasti tvorby interaktivních webových stránek. Tento jazyk běží na straně klienta v rámci webového prohlížeče. I přes tento fakt ale programátor nemá přístup k datům v počítači uživatele, jelikož by se jednalo o nepřijatelné bezpečnostní riziko. Výjimku tvoří pouze speciální soubory cookies, které jsou sdíleny s PHP na straně serveru, protože jejich obsah se při HTTP požadavku odesílá na server. Hlavní uplatnění JavaScript najde v oblastech uživatelských formulářů, časování událostí na webové stránce nebo různých grafických prvků na bázi uživatelských událostí. [33] [35]

Důležitá technologie využívající JavaScript je AJAX. Tato technologie je nepostradatelná u moderních interaktivních webových aplikací, protože umožňuje výměnu informací s webovým serverem, a tím i změnu obsahu stránky, bez jejího znovunačtení. V dnešní době si s touto technologií poradí všechny moderní webové prohlížeče pro osobní počítače a také většina prohlížečů v mobilních telefonech. [36]

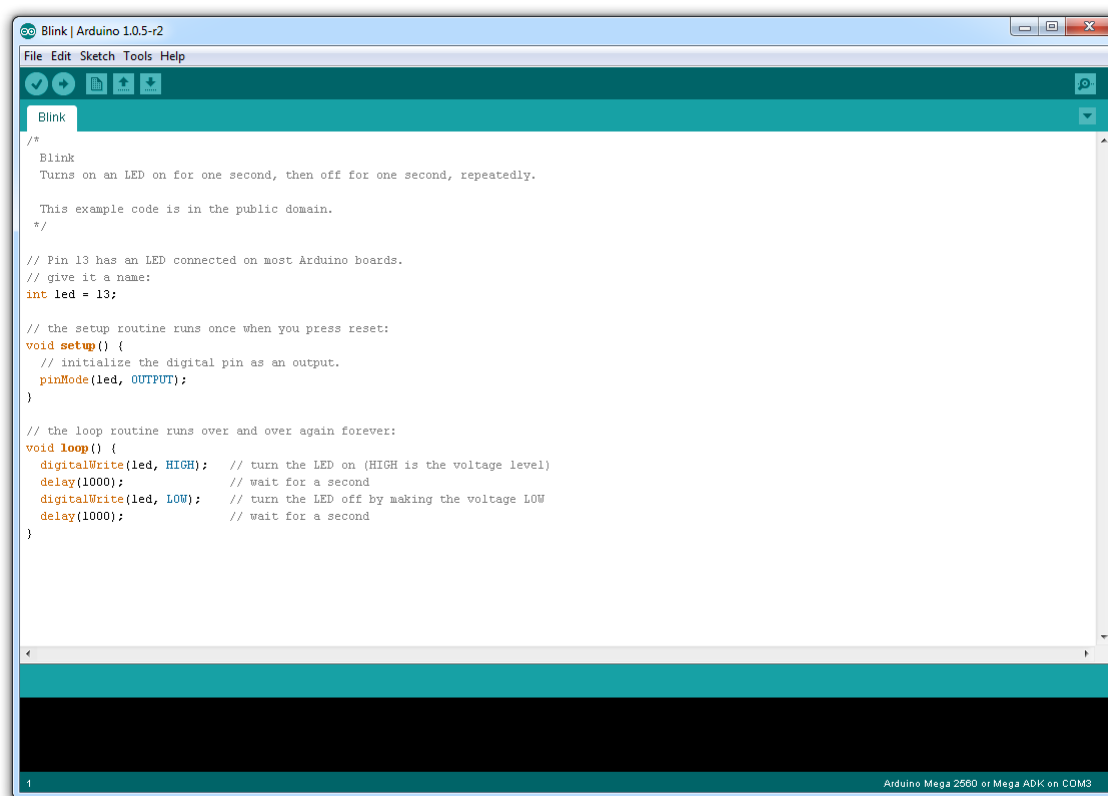
Jako nástavby na JavaScript existují knihovny, které mají usnadnit práci s tímto skriptovacím jazykem. Zřejmě nejrozšířenější a nejpoužívanější je knihovna jQuery, která je šířena jako svobodný software. Tato knihovna klade důraz na interakci JavaScriptu a HTML, přičemž má ale také implementované rozšiřující funkce pro AJAX. Celkově usnadňuje a vylepšuje práci s JavaScriptovými funkcemi a metodami. [37]

3.3 Použitý vývojový software

Jak při vývoji softwarových, tak i hardwarových prvků navrhovaného informačního systému byly použity vývojové desktopové programy. Stručný popis těchto programových nástrojů je náplní této kapitoly.

3.3.1 Arduino IDE

Vývojové prostředí platformy Arduino (Arduino IDE) je napsáno v jazyce Java. Díky tomu je multiplatformní, může běžet jak na systémech Windows, Mac OS X, tak i na Linuxu. Prostředí je lokalizováno do více jazyků, nicméně čeština mezi nimi zatím chybí. Aktuální stabilní verze je 1.0.5 - r2. [5]



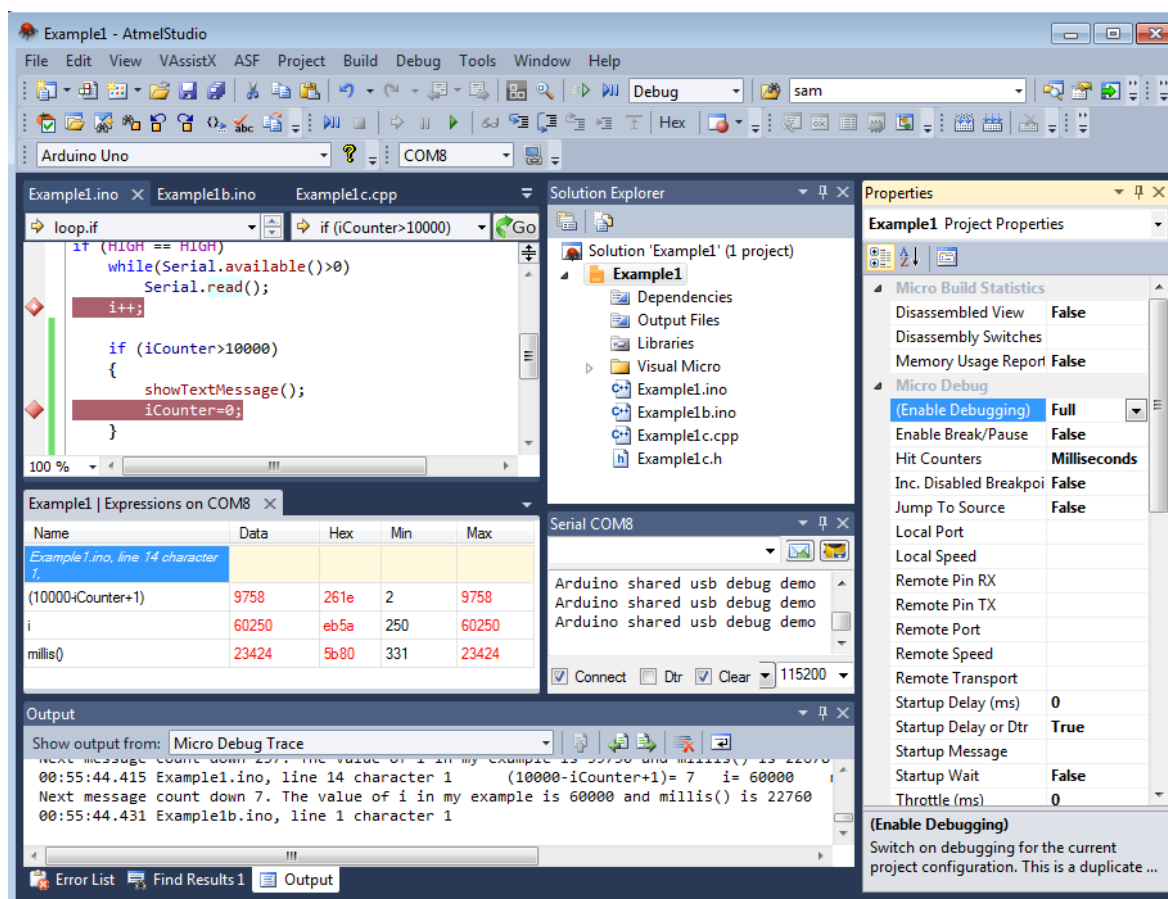
Obrázek 9: Arduino IDE

Grafická podoba prostředí je k vidění na předchozím obrázku (Obrázek 9). Rozhraní je velmi jednoduché, nástrojová lišta obsahuje pouze pět položek. Položka „File“ zahrnuje obvyklé možnosti, jako otevřít, uložit, tisk, nastavení a další. Pod „Edit“ se skrývají možnosti práce s textem, jako krok zpět/vpřed, kopírovat, vložit, najít a jiné. „Sketch“ potom skrývá verifikaci a kompilaci projektu spolu s možností importování knihoven do projektu. Čtvrtá položka „Tools“, tedy nástroje, je důležitá zejména z toho důvodu, že se

zde nastavuje typ používané vývojové desky spolu se sériovým portem, na který je připojena. V nástrojích lze také najít „Serial monitor“, což je jednoduchá aplikace umožňující komunikaci na zvoleném sériovém portu v reálném čase. Lze ji tedy použít pro komunikaci s programem nahráním ve vývojové desce. Poslední položka „Help“ má opět obvyklé funkce, které jsou vesměs v podobě přesměrování na stránky Arduina. [5] [28]

3.3.2 Atmel Studio

Atmel studio je integrovaná vývojová platforma určená k vývoji software pro aplikace založené na mikrokontrolerech architektury ARM, Cortex-M a AVR. Aplikace poskytuje snadno použitelný nástroj pro psaní, debuggování a překlad aplikací napsaných v jazyce C, C++ nebo v assembleru. Použití programu je bezplatné, balík obsahuje velké množství knihoven a příkladů. Na následujícím obrázku (Obrázek 10) je zachyceno rozhraní aplikace. Aktuální stabilní verze programu je 6.1. Verze 6.2 je dostupná v beta verzi. [9]

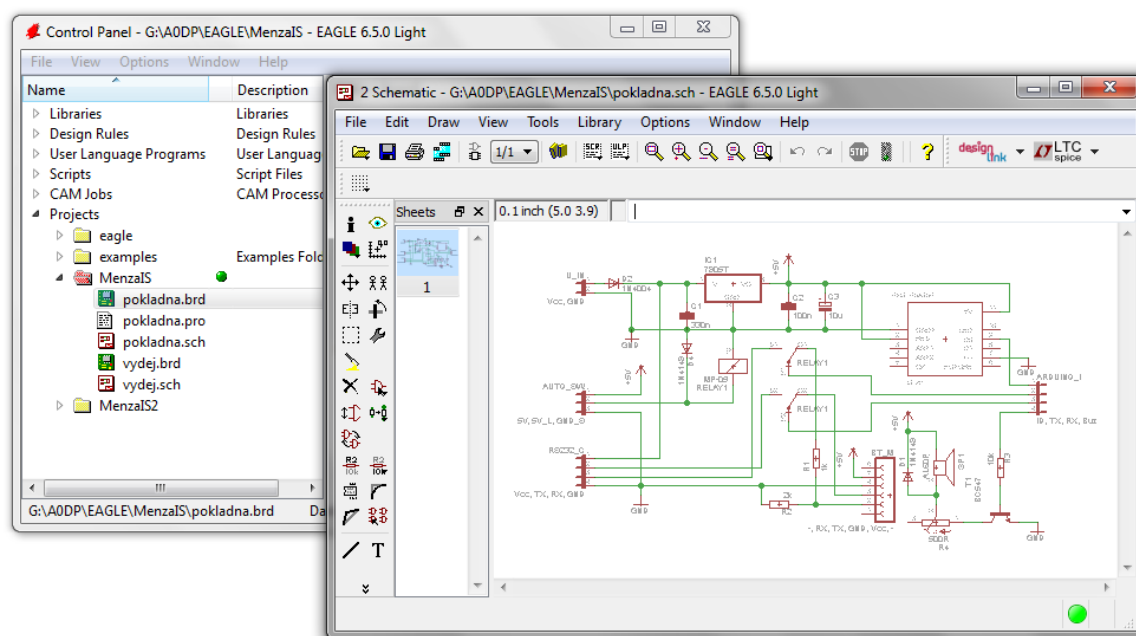


Obrázek 10: Vývojové prostředí Atmel Studio

Rozhraní tohoto vývojového prostředí je poměrně složité, nicméně v mnohém podobné jiným vývojovým prostředím jako Visual Studio nebo Eclipse.

3.3.3 EAGLE

Program EAGLE je široce rozšířený nástroj pro tvorbu elektronických schémát a následně také podkladů pro výrobu DPS. Pro případ tvorby podkladů k DPS disponuje také pokročilými funkcemi automatického propojování. Program může běžet pod operačními systémy Windows, Linux a Mac OS. Pro komerční použití tohoto produktu je nutné zakoupit licenci, nicméně pro nekomerční využití je k dispozici také freeware verze. Jediné omezení této nekomerční verze spočívá v maximální velikosti DPS 160 x 100 mm a v maximálním počtu 4 signálových vrstev. Na následujícím obrázku (Obrázek 11) je pro ilustraci vyobrazeno uživatelské rozhraní tohoto programu v módu tvorby elektronického schématu. Aktuální stabilní verze programu je 6.5.0. [38]



Obrázek 11: EAGLE software

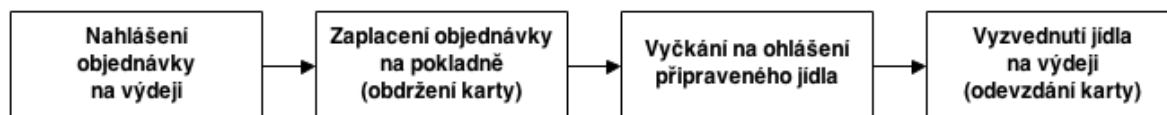
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Protože struktura, koncept, ani použité technologie informačního systému nejsou v zadání práce specifikovány, bylo prvním krokem je před samotnou praktickou realizací systému navrhnout. Popis procesu návrhu je náplní této kapitoly, ve které je nejprve popsán stávající stav výdeje minulek v menze FAI se specifikací úskalí, které jsou s ním spojeny a na jejichž řešení se systém zaměřuje. Poté následuje řešerše s popisem obdobných řešení. Nakonec jsou uvedeny varianty řešení, které byly pro informační systém zvažovány s následným zdůvodněným rozhodnutím pro variantu, k jejíž realizaci bylo následně přistoupeno.

4.1 Stávající stav

Stávající stav objednávání a výdeje minulek v menze FAI z pohledu strážníka schematicky vyjádřit pomocí jednoduchého diagramu, který je na následujícím obrázku (Obrázek 12).



Obrázek 12: Stávající stav v menze FAI – diagram z pohledu strážníka

Pokud si zákazník menzy vybere z menu pro daný den minutkovou položku, nahlásí nejprve požadavek na výdejním místě, čímž je personál informován o tomto požadavku a započne s přípravou jídla dle objednávky. Počet objednaných jídel od každého druhu minulek není nijak fyzicky evidován. Zákazník dále provede platbu za objednané jídlo na pokladně, kde obdrží kartu (v podstatě poukaz pro odběr minulek). Tato karta, vyobrazená na následujícím obrázku (Obrázek 13), je technicky potištěný papír zalisovaný v průhledné fólii. Pořadové číslo na ní vytištěné nemá žádné praktické uplatnění, číslo minulek se logicky odkazuje na jídelní lístek, který je pro daný den platný. Následně zákazník vyčká do doby, než je jeho objednávka připravena. O této skutečnosti zákazníka informuje personál, který se o přípravu minulek stará. V praxi se konkrétně jedná o hlasitý verbální projev, jehož obsahem je informace o druhu a počtu připravených objednávek. Tato informace je ale adresována všeobecně, nikoliv konkrétním zákazníkům. Po tomto oznámení k výdeji míří zákazníci, kteří disponují příslušnými kartami ke druhu minulek, jehož příprava byla dokončena. První zákazníci, kteří se k výdeji dostaví, si mezi sebou rozeberou připravené objednávky.



Obrázek 13: Stávající karty pro výdej minutek v menze FAI

Z již popsané situace vyplývají následující komplikace a úskalí, kterým by měl být schopen navrhovaný informační systém v co největší míře předcházet:

- **Neexistence pořadníku pro výdej** – Objednávání minutek probíhá průběžně, proto ve většině případů je počet jídel k výdeji nižší než aktuální počet karet v oběhu, což je dáno tím, že pro část zákazníků započala příprava později. Pořadník na výdej jídel ale žádný není. Navíc zákazníci, kteří si jídlo objednali později, nemohou vědět, kolik lidí na stejný druh minutky již čekalo před jejich objednávkou. Proto často nastává situace, kdy není jasné, kteří zákazníci si mají pro připravené jídlo po vyhlášení přijít.
- **Nutnost verbálního sdělení druhu a počtu připravených objednávek** – Sama o sobě není tato skutečnost až tak problematická. Nicméně v době kolem poledne, kdy je menza prakticky plná, se situace komplikuje. Kvůli zvýšenému hluku v menze touto dobou je nutné ze strany personálu výdeje vyvinout značné úsilí pro zdárné předání informace touto cestou.
- **Neexistence evidence připravovaných objednávek** – Jak bylo dříve uvedeno, nejsou objednávky nijak fyzicky evidovány. Tento fakt samotný vede k tomu, že zejména při větším počtu souběžně připravovaných druhů jídel, může i přes veškerou snahu personálu, dojít k tomu, že některé objednávky nebudou vyřízeny korektně.

4.2 Rešerše

Při vypracování rešerše k dané problematice autor bohužel nebyl schopen nalézt konkrétní obdobná řešení této problematiky v oblasti výdeje minutek. Proto byla dále rešerše pojata více obecně. Samotný výdej totiž ve většině stravovacích zařízení je koncipován dle lokálních podmínek a zvyklostí, většinou bez použití techniky, stejně jako je tomu aktuálně v menze FAI. Popis průběhu výdeje v takových zařízeních navíc není většinou dostupný veřejně (na internetu). Z tohoto důvodu je ho obtížné mimo zařízení, do kterých měl autor přístup, dohledat.

Pokud je již tato problematika řešena technickou cestou, jedná se většinou o individuální řešení. Je také možné, že by obdobnou funkci mohl podporovat nebo po mírné modifikaci zvládat některý z velkých komplexních systémů pro oblast stravování. Nicméně tyto systémy (jedná se například o systémy KREDIT, Z-WARE, AWIS, řešení od firem TETRONIK, Aktion a jiných), jsou zaměřené spíše na správu objednávek jídel předem, správu jídelniček, surovin a s tím souvisejících služeb. Konkrétně menza UTB využívá systému KREDIT od firmy ANETE [39]. Nicméně autorovi práce se nepodařilo alespoň částečnou podporu funkce, kterou by měl zastávat systém navrhovaný v rámci diplomové práce, bezpečně ověřit u některého ze zmíněných, ale i jiných systémů.

Pravděpodobná absence takové funkce u výše zmíněných systémů z oblasti stravování je ale pochopitelná, protože formálně je problém řešený navrhovaným IS bližší spíše systémům vyvolávacím (pořadnickým), které najdeme například v bankách, na poště, úřadech nebo v jiných podobných institucích. Většina takových systémů je dnes na bázi tisku lístků s pořadovým číslem na termotiskárně a následné „vyvolávání“ těchto čísel pomocí panelů se sedmi segmentovými displeji. V této oblasti působí firmy jako QPOS, Sales Logics a jiné. Cena takových řešení ovšem nebude malá, dle ceníků uveřejněných na webu QPOS [40] by se pro systém v malém rozsahu, který by byl pro menzu FAI dostatečný, pohybovala kolem 80000,- Kč.

Řešení určená primárně pro bankovní a veřejné instituce ovšem nebudou z hlediska požadované funkčnosti pro nasazení v menze ideální. Navíc v případě rozhodnutí o pořízení výše zmiňovaného komerčního řešení by v kontrastu primárního určení menzy jako stravovacího zařízení proti ceně takového systému a jeho přínosu pro zkvalitnění služeb menzy vyvstávala otázka opodstatněnosti takové investice.

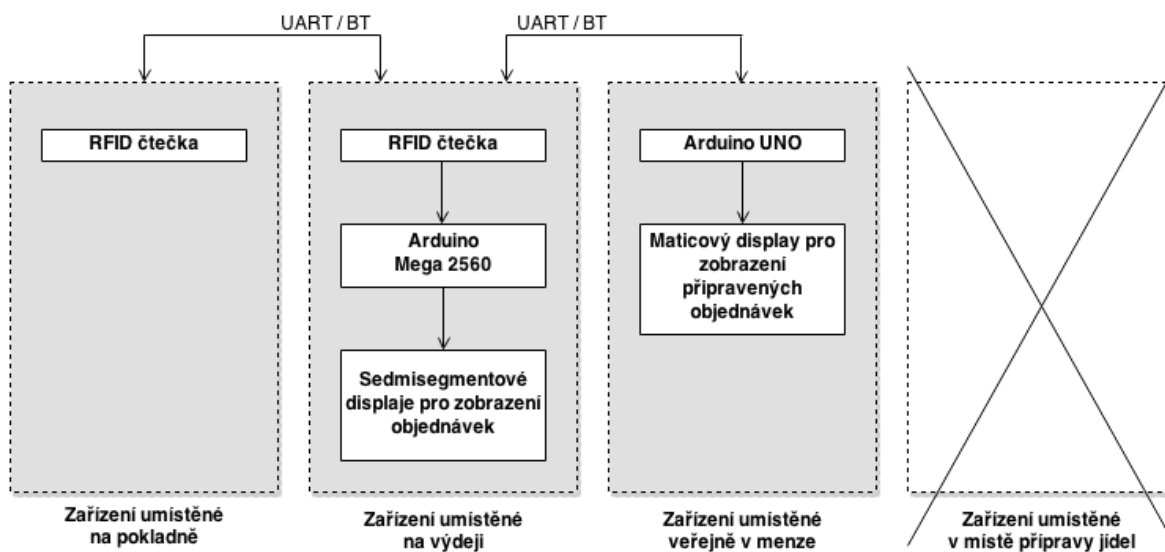
4.3 Návrhy konceptu řešení

V počátečních fázích návrhu informačního systému byly zvažovány různé koncepce a návrhy struktury informačního systému, které byly průběžně konzultovány s vedoucím práce v oblasti možných úskalí při jejich praktické realizaci a také z hlediska praktičnosti a funkčnosti. Dále budou uvedeny tři nejsignifikantnější konfigurace, jejichž realizace byla zvažována. V další kapitole budou potom podrobně rozebrány důvody, které vedly k výběru příslušného řešení.

Všechny zvažované řešení jsou založeny na technologii RFID (zevrubný popis je k dispozici v kapitole 2.3). Tato skutečnost je dána tím, že autor práce z důvodů popsaných v další kapitole nebyl nakloněn variantě tisku lístků s pořadovými čísly a také zájmem autora o tuto relativně novou, inovativní technologii.

4.3.1 Koncept s maximální hardwarovou realizací

Blokové schéma tohoto řešení je znázorněno na následujícím obrázku (Obrázek 14).



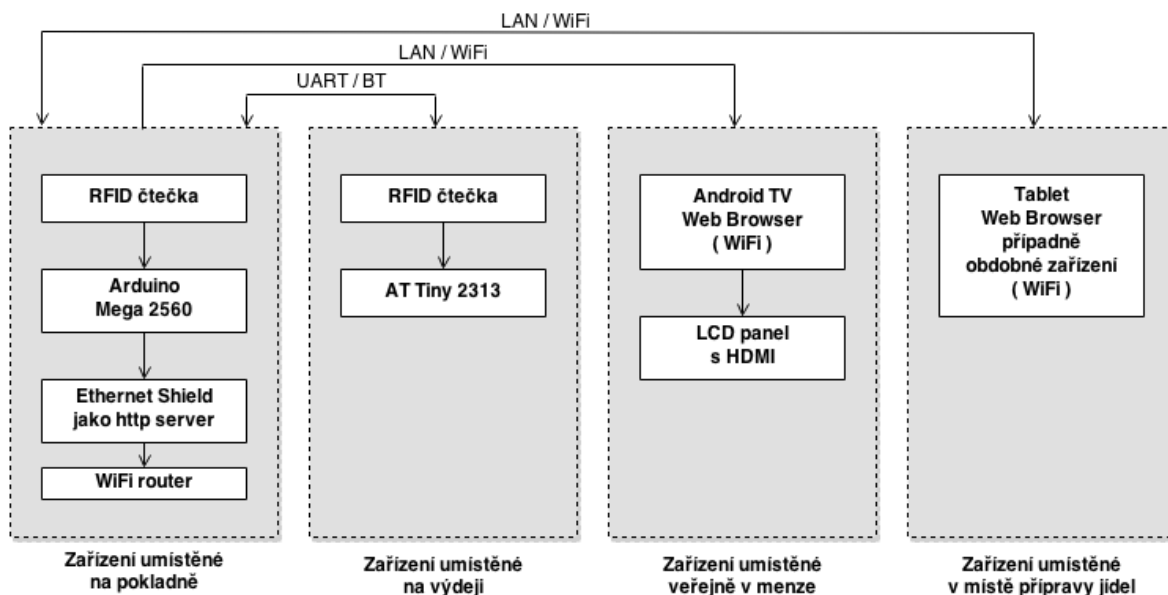
Obrázek 14: Blokové schéma řešení s maximální hardwarovou realizací

Jak je patrné z blokového schématu, toto řešení nepočítá s umístěním zvláštního zařízení v místě přípravy jídel. V této verzi je zamýšleno suplovat funkci zařízení umístěného v místě přípravy jídel zařízením umístěným na výdeji. Z tohoto důvodu se u tohoto řešení počítá s umístěním sedmi segmentových displejů na zařízení umístěném v místě výdeje jídel. Řešení zahrnuje dva Arduino moduly, z nichž verze Mega obsluhuje RFID čtečky z místa výdeje a pokladny, uchovává data o RFID kartách a aktuálním stavu systému, zobrazuje informace o objednávkách na sedmi segmentových displejích a komunikuje

s druhým Arduino modulem, kterému předává informace k zobrazení na maticovém displeji. Druhé Arduino ve verzi Uno se potom stará o řízení maticového displeje.

4.3.2 Koncept založený na HTTP komunikaci s Arduino modulem ve funkci serveru

Blokové schéma tohoto řešení je znázorněno na následujícím obrázku (Obrázek 15).



Obrázek 15: Blokové schéma HTTP řešení s Arduinem ve funkci serveru

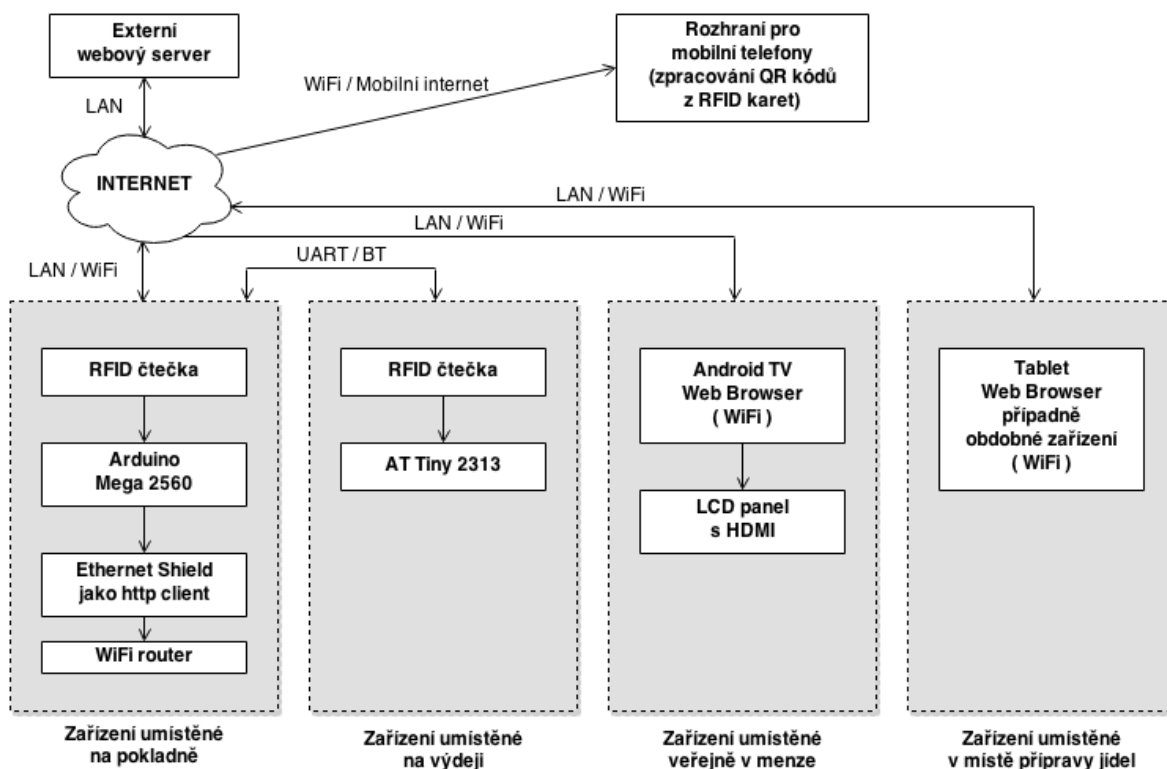
Tato zvažovaná varianta již využívá HTTP komunikace. Při využití této formy komunikace je možné v systému využít prvky běžné spotřební elektroniky, nikoliv jedinečná a od základu navrhovaná zařízení. Konkrétně se pak jedná o využití běžného LCD (nebo jiného typu obrazovky) doplněného o chytré funkce, které umožňují prohlížení webového obsahu. Tato obrazovka v návrhu slouží jako zobrazovač čísel vyřízených objednávek, který je umístěný veřejně v menze. V návrhu dále našly uplatnění prvky spotřební elektroniky v místě přípravy jídel, kde jsou vyžadovány jak zobrazovací funkce, tak i možnost vstupu dat. Proto zde návrh počítá s umístěním tabletu, nebo jiného zařízení splňujícího tyto požadavky (PC, IPC).

Arduino obstarává veškeré funkce jako u předchozího řešení, s tím rozdílem, že je umístěno na pokladně a místo komunikace s Arduinem obsluhujícím maticový display na něm běží webový server, na který se dotazují zařízení v místě přípravy jídel a zařízení veřejně umístěné v menze. Spojení mezi Arduinem na pokladně a RFID čtečkou je realizováno pomocí rozhraní UART, který může být případně přenášen pomocí Bluetooth. Veškerá další komunikace probíhá prostřednictvím Ethernetu. Kvůli možnosti

bezdrátového propojení mezi všemi prvky systému návrh počítá s možností přenosu Ethernetu pomocí WiFi. Pro tento případ je v návrhu zařízení umístěného na pokladně zahrnut WiFi router.

4.3.3 Koncept založený na HTTP komunikaci s externím webovým serverem

Blokové schéma tohoto řešení je znázorněno na následujícím obrázku (Obrázek 15).



Obrázek 16: Blokové schéma HTTP řešení s externím webovým serverem

Z výše uvedeného blokového schématu je patrné, že z hardwarového hlediska je návrh prakticky totožný s návrhem uvedeným v předchozí kapitole. Hlavní rozdíl spočívá v připojení všech zařízení do internetu, kde se připojují na externí webový server. Arduino na pokladně může tedy běžet v módu klient.

Tato konfigurace, kdy není celý informační systém uzavřen v lokální síti, dovoluje zahrnout do návrhu rozhraní pro mobilní telefony. Návrh počítá s opatřením karet příslušnými QR kódy (zevrubný popis je k dispozici v kapitole 2.4), jejichž obsahem bude hypertextový odkaz na příslušné rozhraní externího webového serveru. Toto rozhraní je schopno každého zákazníka upozornit individuálně prostřednictvím jeho mobilního telefonu, až je jeho objednávka připravena.

4.4 Vybraný koncept

4.4.1 Důvody vedoucí k použití technologie RFID

Všechny zvažované koncepty řešení jsou založeny na technologii RFID. Důvody pro rozhodnutí o uplatnění RFID technologie v této práci jsou následující:

- Na rozdíl od tisku pořadových lístků nemá systém při použití této technologie žádné další provozní náklady (papír do tiskárny).
- Oběh karet je na rozdíl od oběhu tištěných lístků uzavřený okruh.
- V menze i při stávajícím stavu funguje oběh papírových karet (podrobnější popis v kapitole 4.1). Proto se dají očekávat menší komplikace při přechodu na nový systém jak ze strany zákazníků, tak i ze strany personálu menzy.

4.4.2 Zdůvodnění výběru konceptu

Ze zvažovaných konceptů uvedených v předchozí kapitole (kapitola 4.3) byl vybrán pro realizaci koncept založený na HTTP komunikaci s externím webovým serverem, popsáný v kapitole 4.3.3. Toto rozhodnutí učinil autor ve spolupráci s vedoucím práce z důvodů dále uvedených v této kapitole.

Tabulka 9: Srovnání kladů a záporů obou konceptů využívajících http komunikaci

	Arduino ve funkci serveru	Externí webový server
Klady	<ul style="list-style-type: none"> + Uzavřený systém v lokální síti bez nutnosti řešit bezpečnostní otázky + Nevyžaduje připojení k internetu 	<ul style="list-style-type: none"> + Systém do budoucna umožňuje relativně snadné rozšíření a modifikace + Plnohodnotný webový server umožňuje lepší práci s daty + Otevřenost směrem do internetu umožňuje implementaci rozhraní pro mobilní telefony
Zápory	<ul style="list-style-type: none"> - Arduino by v této konfiguraci bylo velmi zatíženo (uchovávání dat o kartách, jejich oběhu a obsluha http požadavků), pravděpodobné komplikace - Systém obtížně modifikovatelný a rozšiřitelný - Absence podpory rozhraní pro mobilní telefony 	<ul style="list-style-type: none"> - Systém komunikuje prostřednictvím internetu, což sebou nese bezpečnostní rizika - Vyžaduje externí webový server (webhosting) a připojení k internetu

Koncept „s maximální hardwarovou realizací“ byl zavržen zejména z důvodu velkých problémů, které by přinášela realizace dostatečně velkého maticového displeje. Dostatečně velké moduly nejsou dostupné v ČR, pouze v Číně, odkud bohužel není možné materiál pro realizaci kvalifikačních prací objednávat. Pokud by přišlo na realizaci displeje z malých modulů dostupných v ČR, byla by tato realizace velmi náročná a výsledná cena takového displeje by překročila cenu běžného 22“ full HD LCD monitoru. [41]

Pro koncept založený na http komunikaci také zajisté hovoří skutečnost, že dvě zařízení (zařízení umístěné v místě přípravy jídel a zařízení pro veřejné zobrazení čísel hotových objednávek) jsou implementována jako webová rozhraní, která mohou běžet na široké paletě přístrojů z oblasti spotřební elektroniky. Pokud bylo vzato v potaz srovnání kladů a záporů obou variant využívajících http komunikace, které je uvedeno v předchozí tabulce (Tabulka 9), rozhodnutí o realizaci padlo na koncept využívající externí webový server.

4.4.3 Seznámení vedení menzy s vybraným konceptem

V době kdy byl již s konečnou platností vybrán koncept pro realizaci IS (začátkem března), bylo za účasti vedoucího práce sjednáno a uskutečněno několik informativních schůzek s vedením menzy, konkrétně pak s panem ředitelem Ing. Miroslavem Procházkou.

Pan ředitel se vyjádřil ve smyslu, že je myšlenke zavedení informačního systému do menzy FAI nakloněn, nicméně pouze v případě přijatelných finančních nákladů. Toto zjištění není nijak překvapivé, nicméně není ani realizaci překážkou. Náklady na realizaci IS nejsou totiž až tak vysoké, zejména za situace, kdy část nákladů je hrazena z prostředků UTB jako materiál k realizaci kvalifikační práce. Jako důležité zjištění, které bylo na těchto schůzkách dosaženo, se ukázal fakt, že k nákupu zařízení pro tento systém je nutné ze strany správy kolejí a menzy nutné vypsát výběrové řízení. Protože doba trvání takového výběrového řízení se pohybuje okolo půl roku, byla tímto ještě více utvrzena volba konceptu systému založeného na HTTP komunikaci. Rozhraní takového systému totiž dokáže běžet v podstatě na jakémkoli zařízení s webovým prohlížečem a dostatečnou podporou JavaScriptu a je tedy možné ho jednoduše testovat i bez zakoupení nového hardwaru speciálně pro potřeby informačního systému.

Možnost ostrého nasazení systému je tímto tedy stále otevřená, prakticky závislá na nákupu potřebných zařízení z oblasti běžné spotřební elektroniky, dle specifikací v práci uvedených.

4.5 Specifikace požadavků na komponenty IS pro vybraný koncept

Tato kapitola se zabývá podrobnou specifikací technických požadavků na jednotlivé komponenty systému při realizaci dle vybraného konceptu. Označení jednotlivých komponentů koresponduje se značením, které bylo použito v blokovém schématu vybraného konceptu. Toto blokové schéma je uvedeno v kapitole 4.3.3 (Obrázek 16).

Zařízení umístěné na pokladně

Od zařízení je očekáváno asynchronní předávání dat z lokální RFID čtečky pomocí http GET požadavku na externí webový server a zpracování zpětně obdržených dat do podoby signalizace pro obsluhu pokladny. Dále musí být zařízení schopné se spojit (po kabelu nebo bezdrátově) se zařízením umístěným na výdeji minetek a zprostředkovávat odesílání dat z RFID čtečky v tomto zařízení na externí webový server a následně zajistit odeslání odpovědi ze serveru do tohoto zařízení pro další zpracování.

Zařízení umístěné v místě výdeje minetek

Toto zařízení by mělo být schopné navázat a ověřit spojení se zařízením IS umístěným na pokladně (po kabelu nebo bezdrátově). Prostřednictvím tohoto spojení potom odesílat data z RFID čtečky a také zpracovávat odpověď z tohoto zařízení do podoby signalizace srozumitelné zákazníkům menzy.

Zařízení umístěné veřejně v menze

Účelem tohoto zařízení je zobrazovat čísla objednávek připravených k výdeji. Data o těchto objednávkách musí být schopné periodicky získávat z externího webového serveru. Zařízení musí být schopno přehledně zobrazovat i větší počet objednávek současně a signalizovat nově příchozí objednávky i pomocí zvukového znamení.

Zařízení umístěné v místě přípravy jídel

Od zařízení se očekává zobrazení počtu kusů aktuálně objednaných minetek dle jejich druhu. Tyto informace bude zařízení periodicky získávat z externího webového serveru. Zařízení musí být také schopné odesílat data o nově připravených objednávkách, které zadává obsluha pomocí uživatelského rozhraní. Pro větší přehled o objednávkách by zařízení mělo také zobrazovat aktuální jídelní lístek a informace o počtu jídel k výdeji.

Externí webový server

Na serveru se předpokládá uchovávání veškerých dat, jak o aktuálních objednávkách v přípravě a k výdeji, tak i údaje o přidělených pořadových číslech jednotlivým RFID kartám. Server musí zpracovávat data odesílaná zařízením na pokladně a zařízením umístěným v místě přípravy jídel, včetně zpětného odeslání příslušného potvrzení. Server by měl také zpracovávat požadavky na data o právě připravovaných a vydávaných objednávkách ze strany zařízení umístěného veřejně v menze a také v místě přípravy jídel. U serveru se předpokládá existence jednoduché veřejné webové prezentace s informacemi o novém IS a také administračního rozhraní. Toto rozhraní by mělo zobrazovat aktuální stav systému, umožňovat základní nastavení IS, zadání jídelních lístků, generování podkladů pro potisk RFID karet a také zahrnovat rozhraní pro přidávání nových karet.

Rozhraní pro mobilní telefony

Funkcí tohoto rozhraní je cílené informování o stavu jedné konkrétní objednávky, na kterou zákazník právě čeká. Dle vstupních informací musí být rozhraní schopné rozlišit, pro kterou objednávku má informace o stavu podávat.

RFID karty

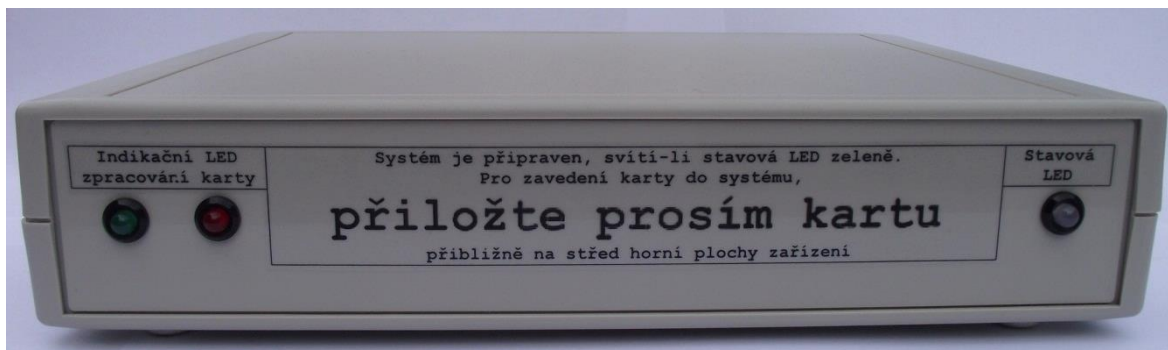
Tyto karty musí být v první řadě kompatibilní s instalovanými čtečkami, dále nést graficky provedený unikátní identifikátor objednávky a unikátní QR tag obsahující hypertextový odkaz na rozhraní pro mobilní telefony, který také v GET parametru nese unikátní identifikátor objednávky.

5 REALIZACE JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT IS

Obsahem následující kapitoly je popis fyzické realizace jednotlivých komponent navrženého informačního systému, jak po hardwarové, tak softwarové stránce. Pragmatický popis postupu realizace je doplněn o fotografie již hotových zařízení, které byly v rámci práce vytvořeny. Tyto zařízení byly realizovány dle specifikací uvedených v předchozí kapitole (kapitola 4.5) zabývající se návrhem informačního systému.

5.1 Zařízení umístěné na pokladně

Toto zařízení je koncipováno jako specializovaný subsystém založený na platformě Arduino (bližší informace v kapitole 2.1). Všechny součásti tohoto subsystému jsou umístěny v plastové krabičce o rozměrech 25 x 18 x 5 cm. Čelní strana této krabičky je opatřena popisky určenými pro obsluhu zařízení a také jsou na ní vyvedeny signalizační prvky. Na zadní straně se potom nachází hlavní vypínač, konektory pro připojení napájení, počítačové sítě s přístupem k internetu a CAN9 konektor pro připojení zařízení na výdeji. Výsledná podoba zařízení určeného k umístění na pokladně je patrná z následujících fotografií (Obrázek 17, Obrázek 18).



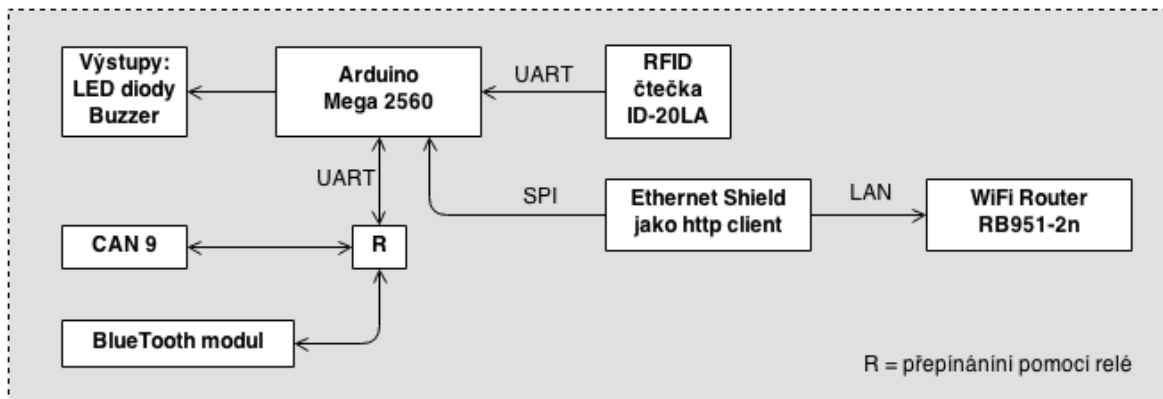
Obrázek 17: Fotografie zařízení určeného k umístění na pokladně – čelní pohled



Obrázek 18: Fotografie zařízení určeného k umístění na pokladně – zadní pohled

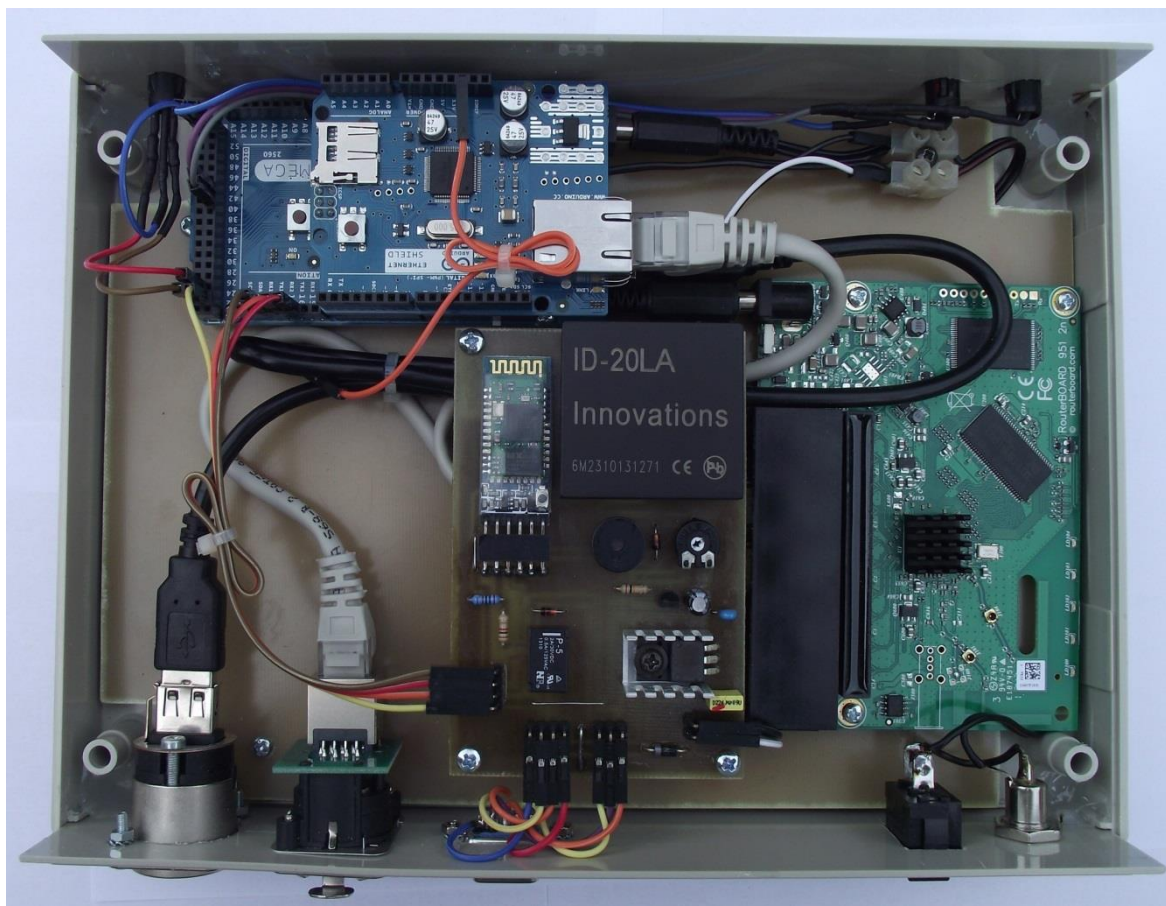
5.1.1 Vnitřní hardwarové uspořádání zařízení

Na dalším obrázku (Obrázek 19) je vyobrazeno podrobné blokové schéma zařízení, které slouží k objasnění jeho vnitřní hardwarové struktury.



Obrázek 19: Blokové schéma vnitřní HW struktury zařízení na pokladně

Fyzickou realizaci hardwarové struktury popsané tímto blokovým schématem lze vidět na následující fotografii (Obrázek 20), která zachycuje vnitřní uspořádání hotového zařízení.



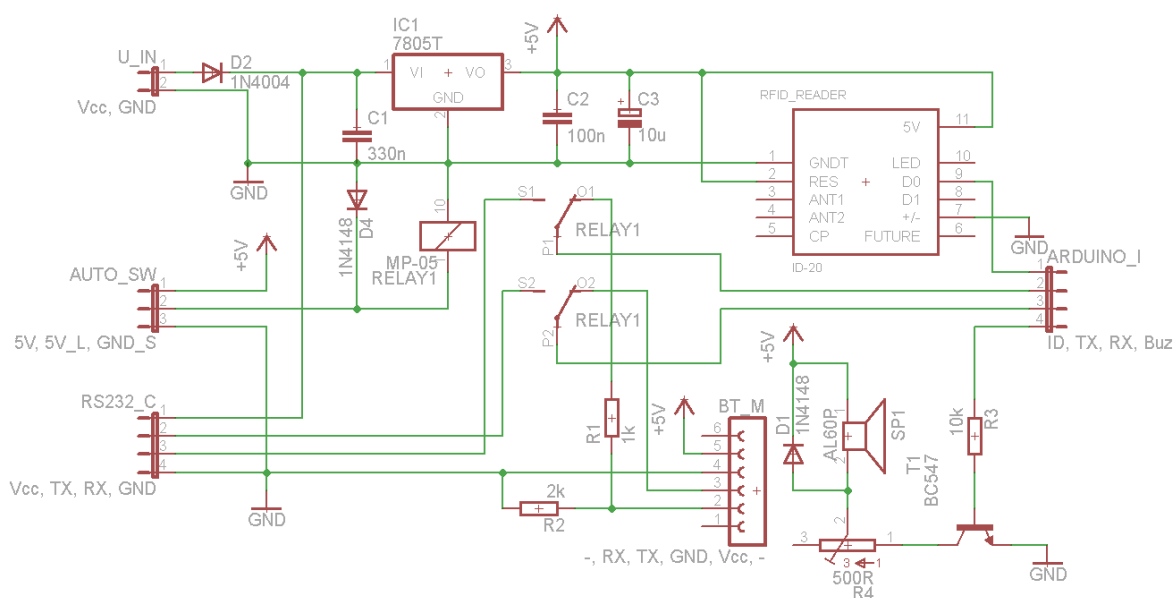
Obrázek 20: Fotografie vnitřního uspořádání zařízení (pokladna)

5.1.2 Popis součástí zařízení

Kapitola se zabývá popisem jednotlivých součástí, ze kterých se zařízení skládá. Nejprve bude uveden popis vyráběné desky plošných spojů, poté následuje popis jednotlivých součástí, které byly zakoupeny jako celek.

Vyráběná deska plošných spojů

Tato deska obsahuje „patice“ sloužící jako držáky dvou dále v kapitole popsanych zařízení, konkrétně RFID čtečky ID20-LA a Bluetooth modulu HC-05. Na desce je umístěn buzzer s trimrem pro regulaci hlasitosti a budícím tranzistorem. Dále potom deska obsahuje dělič napětí pro úpravu úrovně výstupu z Arduina (5 V) pro připojení na vstup BT modulu (3,3 V), obvod pro stabilizaci napětí z 9 V na 5 V založený na lineárním stabilizátoru 7805 a také přepínací obvod BT/drátové komunikace se zařízením umístěným na výdeji. Celkové elektrické schéma zapojení je k dispozici na následujícím obrázku (Obrázek 21).



Obrázek 21: Elektrické schéma DPS (pokladna)

Podklady pro výrobu této desky exportované z programu EAGLE jsou dostupné v příloze práce (Příloha P I).

Arduino Mega 2560

Popis tohoto modulu, včetně jeho vstupů a výstupů je dostupný v kapitole 2.1.2. Soupis všech periférií připojených k Arduino modulu s přesnou identifikací pinů, přes které je spojení realizováno, je uveden v následující tabulce (Tabulka 10). Zapojení těchto periférií na jiné piny by vyžadovalo definovat tyto nové parametry v programu Arduina.

Tabulka 10: Periferie připojené na Arduino Mega 2560

Připojená periferie	Druh rozhraní	Číslo
Ethernet shield	SPI	-
Lokální RFID čtečka ID-20LA	Sériové	1-RX
RFID čtečka z výdeje ID-20LA	Sériové	2-RX
ATtiny2313 z výdeje	Sériové	2-TX
Stavová dvoubarevná LED (zelená, červená)	Digitální výstupy	23, 25
Indikační LED červená	Digitální výstup	40
Indikační LED zelená	Digitální výstup	42
Buzzer	Digitální výstup	22
Pin pro SW reset	Digitální výstup	24

Arduino Ethernet shield

Popis tohoto shieldu a funkcí, které poskytuje je dostupný v kapitole 2.1.3. Originální Arduino Ethernet shield, který byl zakoupen, disponoval nálepkou s přidělenou MAC adresou. Tato adresa byla v programu použita pro konfiguraci Ethernet knihovny.

RFID čtečka ID-20LA

Tento konkrétní typ čtečky byl pro práci vybrán, protože z dostupných řešení nejlépe odpovídal požadavkům, které tato aplikace na modul klade. Čtečka umí pracovat s dostupnými kartami na frekvenci 125 kHz podle normy EM4001/4100. Tento druh karet je běžně dostupný za přijatelnou cenu. Dále čtečka disponuje výstupem UART 9600BD, který vyhovuje pro použití spolu s Arduino modulem. Čtečka také dokáže pracovat ve velkém rozsahu napájecích napětí (2,8 – 5 V), což je důležité, pokud je čtečka napájena bateriově. Dosah čtečky při použití integrované antény se ohybuje okolo 10 cm. [42]

BlueTooth modul HC-05

Jedná se modul určený k přenosu sériové komunikace po BlueTooth verze 2.0+. Podporuje softwarově nastavitelné rychlosti přenosu v rozmezí 9600 – 460800 baudů. Modul má velmi malé rozměry (13x27 mm) a spotřebu (8mA při přenosu dat). Pracovní napětí je v rozmezí 3,3 – 5V. Modul má integrovanou anténu a může pracovat jak v módu master, tak i slave, přičemž podporuje funkci automatického párování. Modul je třídy BT class 2, dosah se tedy pohybuje okolo deseti metrů. Modul je nastavitelný pomocí AT příkazů. Pro tento způsob nastavování má modul speciální mód, ve kterém dokáže příkazy odeslané na jeho sériové rozhraní rozpoznat. [43] [44]

RouterBoard 951-2n

Jedná se o osvědčené řešení od renomované firmy MikroTik. Tento konkrétní model disponuje jedno jádrovým procesorem na frekvenci 400 MHz, 32 MB RAM, integrovanou anténou, pěti ethernetovými a Wi-Fi rozhraním ve verzi b/g/n. Napájení může být v rozmezí 8 až 30 V, spotřeba je pouhé 3 W. Pro použití v zařízení vytvářeného informačního systému byl odstraněn dodávaný plastový kryt. [45]

5.1.3 Způsob realizace, montáže a konfigurace

Realizace

I když jsou pro Arduino dostupné i Wi-Fi shieldy, bylo rozhodnuto o použití kombinace Ethernet shieldu a Wi-Fi routeru. V otázce nákladů jsou obě varianty víceméně rovnocenné, přičemž varianta s použitím Ethernet shieldu a Wi-Fi routeru skýtá hned několik výhod. Prvně je to možnost vyvedení LAN portu na krytu zařízení, dále potom zajištění kvalitnějších síťových funkcí při možnosti jejich snazší konfigurace.

Přepínání mezi drátovým a Bluetooth přenosem dat ze zařízení na výdeji je koncipováno jako automatické. Tohoto automatického přepnutí je docíleno ovládáním relé v obou zařízeních pomocí napětí přivedeného pomocí připojeného kabelu. Do zařízení umístěného na pokladně se toto napětí vrací smyčkou, proto je možné ovládat i toto relé pouze připojením kabelu.

Montáž

Jak je patrné z fotografie vnitřního uspořádání zařízení (Obrázek 20), zařízení disponující montážními otvory (Arduino spolu s Ethernet shieldem a RouterBoard) jsou přišroubovány pomocí šroubků M 2,5 k desce cuprextitu, která je dále připevněna samořeznými vruty k plastovým úchytům použité krabíčky.

RFID čtečka a Bluetooth modul HC-05 jsou umístěny na k tomuto účelu vyrobené desce plošných spojů, která je přichycena na distančních šroubcích a je oproti ostatním prvkům umístěna o 18mm výše. Toto provedení bylo zvoleno ze dvou důvodů. Prvním důvodem je přiblížení RFID čtečky k vrchnímu krytu krabíčky, čímž se zvýší čtecí dosah. Druhým důvodem je možnost vedení LAN, USB a dalších kabelů pod touto deskou.

Do plastového krytu byly zapuštěny indikační prvky, konkrétně dvoubarevná 5mm stavová LED a dvě (červená a zelená) 5mm indikační LED. Dále také konektory (konkrétně RJ-45, USB B, CAN 9 a souosý 6,3mm napájecí konektor) a hlavní vypínač.

Konfigurace

BlueTooth moduly bylo nutné nakonfigurovat, aby po zapnutí mezi sebou automaticky navazovaly spojení. Bylo toho dosaženo pomocí AT příkazů, které byly do modulu odesílány prostřednictvím modulu Arduino, které pouze přeposílalo data z jednoho sériového portu na druhý (sloužilo vlastně jako převodník USB na TTL UART). Jeden modul byl nakonfigurován jako master, druhý (umístěný v zařízení na výdeji) jako slave. V každém modulu byla nastavena BT adresa pro automatické párování na hodnotu BT adresy druhého zařízení. Bylo nakonfigurováno jiné než defaultní heslo. Také byl použit příkaz BIND zapamatování a automatické použití dané konfigurace. [44]

5.1.4 Programové vybavení, popis signalizace

Program napsaný pro Arduino má 408 řádků, využívá knihoven SPI.h, Ethernet.h, WString.h a je dostupný na přiloženém CD. Program nedisponuje žádným konfiguračním rozhraním, v případě změny síťového nastavení nebo adresy, na které je dostupný externí webový server, je nutné tyto nastavení v programu změnit a znovu program zkompileovat a uploadovat. Toto ale není nikterak velkou překážkou při instalaci systému, protože platforma Arduino je v tomto směru velmi uživatelsky přívětivá. Část kódu pro nastavení síťové konfigurace je k nahlédnutí na následujícím obrázku (Obrázek 22).

```
// Nastavení site
boolean ethDHCP = true;           // Zapnutí / vypnutí DHCP klienta
// Další 4 řádky nastavení jsou použity, jen když se nepodaří získat data z DHCP serveru
// nebo pokud je předcházející hodnota false
byte ethIP[] = {193, 168, 1, 100}; // IP adresa zařízení v síti
byte ethDNS[] = {8, 8, 8, 8};      // Adresa DNS serveru
byte ethGate[] = {193, 168, 1, 1};  // Výchozí brána sítě
byte ethMask[] = {255, 255, 255, 0}; // Masky sítě
char server[] = "u5.is-menza-utb.eu"; // IP, nebo WWW adresa serveru na kterém běží webový server IS
// (bez http:// na začátku a / na konci)
```

Obrázek 22: Část kódu pro Arduino sloužící k nastavení sítě

Program je koncipován tak, že předtím než začne plnit běžné úkony (odesílání RFID tagů karet načtených na lokální a vzdálené čteče a zpracovávání odpovědi ze serveru), musí projít systém ověřením dostupnosti internetového připojení a následně ověření přístupu na vzdálený webový server IS. Tomuto odpovídají „módy“ ve kterých se systém nachází (bez internetu, bez spojení se serverem a provozní), které jsou signalizovány pomocí stavové LED. Pokud se systém jednou propracuje do „vyššího módu“, není toto ověření bráno jako trvalé, ale je poté i periodicky opakováno. Popis signalizací stavové diody, které jednotlivým „módům“ odpovídají je v následující tabulce (Tabulka 11).

Tabulka 11: Popis stavů zařízení na pokladně indikovaných stavovou diodou

Stavová LED	Indikace
Bliká červeně	Zařízení nemá k dispozici připojení k internetu (sítě)
Svítí červeně	Zařízení ověřuje dostupnost internetu (konfiguraci sítě)
Bliká oranžově	Zařízení se nemůže připojit na vzdálený webový server IS
Svítí oranžově	Zařízení se pokouší připojit na vzdálený webový server IS
Svítí zeleně	Zařízení je připraveno

Pokud má program ověřené připojení na externí webový server, přechází do provozního módu, ve kterém odesílá na server načtené RFID tagy na lokální čtečce a obdržené tagy ze zařízení výdejce a zpracovává obdrženou odpověď. Tady jsou na server předávány pomocí HTTP požadavku GET. Odesílaný tag se skrývá pod hodnotou „RFID“. Dále je přidána hodnota „typ“, která může nabývat následujících hodnot: ping, pokladna, vydej. Třetí a poslední předávanou hodnotou je informace o času, který zabralo poslední zpracování odpovědi v milisekundách, pod hodnotou „delay“. Podle daného typu a hodnoty RFID server vyhodnotí požadavek a vrátí jednoznačnou odpověď, podle které reaguje program Arduina. Pokud byla data odesílána z výdejce (typ=vydej), je tato odpověď pouze přeposlána do tohoto zařízení. U typu ping se očekává pouze odpověď „K“, která znamená, že server je dostupný. Pokud byla odesílaná data načtená na lokální čtečce (typ=pokladna), program zároveň s odesláním dat již zpracovává indikaci pro obsluhu. Indikace probíhá tak, že hned po odeslání požadavku se rozsvítí obě indikační LED. Poté systém čeká na odpověď serveru. Toto trvá za běžného stavu včetně doby zpracování http odpovědi Arduino programem okolo 100ms. Poté má již program k dispozici odpověď ze serveru, podle které spustí indikaci pro obsluhu dle následující tabulky (Tabulka 12). Pokud není odpověď obdržena do dvou sekund, indikační diody zhasnou a program se přepne do „módu bez internetu“ a celé ověřování „módů“ probíhá znovu.

Tabulka 12: Indikační signály zařízení na pokladně

Odpovědní znak	Význam	Signalizace
„K“	Přijato	Zelená indikační dioda svítí po dobu jedné sekundy Bzučák vydá krátké pípnutí (200ms)
„N“	Nepřijato	Červená indikační dioda svítí po dobu jedné sekundy Bzučák vydá tři krátké pípnutí (100ms) v rychlém sledu
„D“	Smazáno / Přepsáno	Zelená indikační dioda bliká po dobu jedné sekundy $f=10\text{Hz}$ Bzučák vydá delší pípnutí (500ms)

Ověřování dostupnosti serveru je prováděno právě s parametrem typ=ping. Jak bylo dříve zmíněno, ověření probíhá průběžně i po úvodním úspěšném ověření. Děje se tak vždy, pokud doba od posledního požadavku na server je větší než 30 sekund. Je to z důvodu detekce výpadku spojení, ale také proto, aby měl server o připojeném zařízení pravidelně informace.

Program také odesílá na zařízení výdeje periodicky (každé dvě sekundy) znak „L“. Tato periodická činnost slouží k tomu, aby ATtiny2313 na straně zařízení výdeje mohlo ověřit, že je spojeno se zařízením pokladny.

5.1.5 Přibližné náklady na realizaci

Přibližné náklady na realizaci tohoto zařízení byly vyčísleny na 5180,- Kč s DPH. Podrobnější rozpis nákladů je k dispozici v následující tabulce (Tabulka 13).

Tabulka 13: Rozpis nákladů na jednotlivé položky pro výrobu zařízení na pokladně

#	Název (popis položky)	Cena [Kč] (s DPH)
1	Arduino Mega 2560	1250,-
2	Arduino Ethernet shield	980,-
3	RouterBoard 951-2n	920,-
4	RFID čtečka ID-20LA	720,-
5	BlueTooth modul HC-05	250,-
6	Konektory do panelu RJ-45, USB B	430,-
7	Krabička plastová	230,-
8	Drobné elektronické součástky + montážní prvky	400,-
	Celkem:	5180,-

5.2 Zařízení umístěné v místě výdeje minutek

Toto zařízení je koncipováno jako specializovaný subsystém založený na platformě ATtiny2313 (bližší informace v kapitole 2.2). Všechny součásti tohoto subsystému jsou umístěny v plastové krabičce o rozměrech 13 x 10 x 3 cm. Čelní strana této krabičky je opatřena popisky, které jsou určeny zákazníkům a také jsou na ní vyvedeny dvě indikační diody. Na zadní straně se potom nachází hlavní vypínač, konektor pro připojení napájení a CAN9 konektor pro připojení zařízení na pokladně. Dále také červená LED signalizující nabíjení akumulátoru, zelená LED signalizující úspěšně navázané spojení se zařízením na

pokladně a dvoubarevná dioda indikující stav, ve kterém se zařízení nachází. Výsledná podoba zařízení určeného k umístění v místě výdeje minulek je patrná z následujících fotografií (Obrázek 23, Obrázek 24).



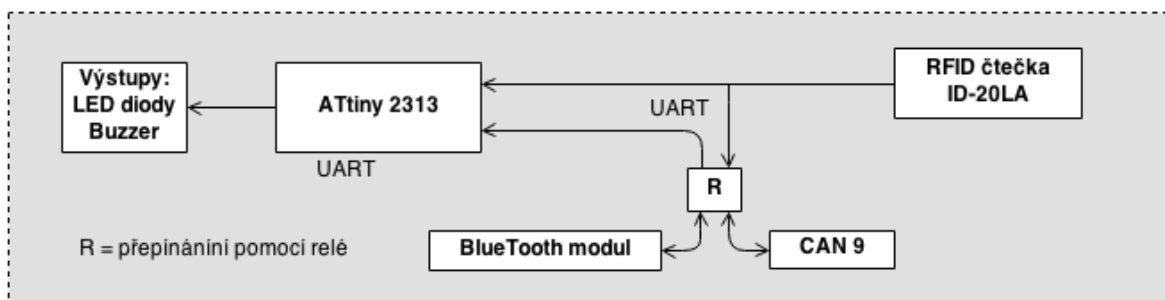
Obrázek 23: Fotografie zařízení určeného k umístění na výdeji – čelní pohled



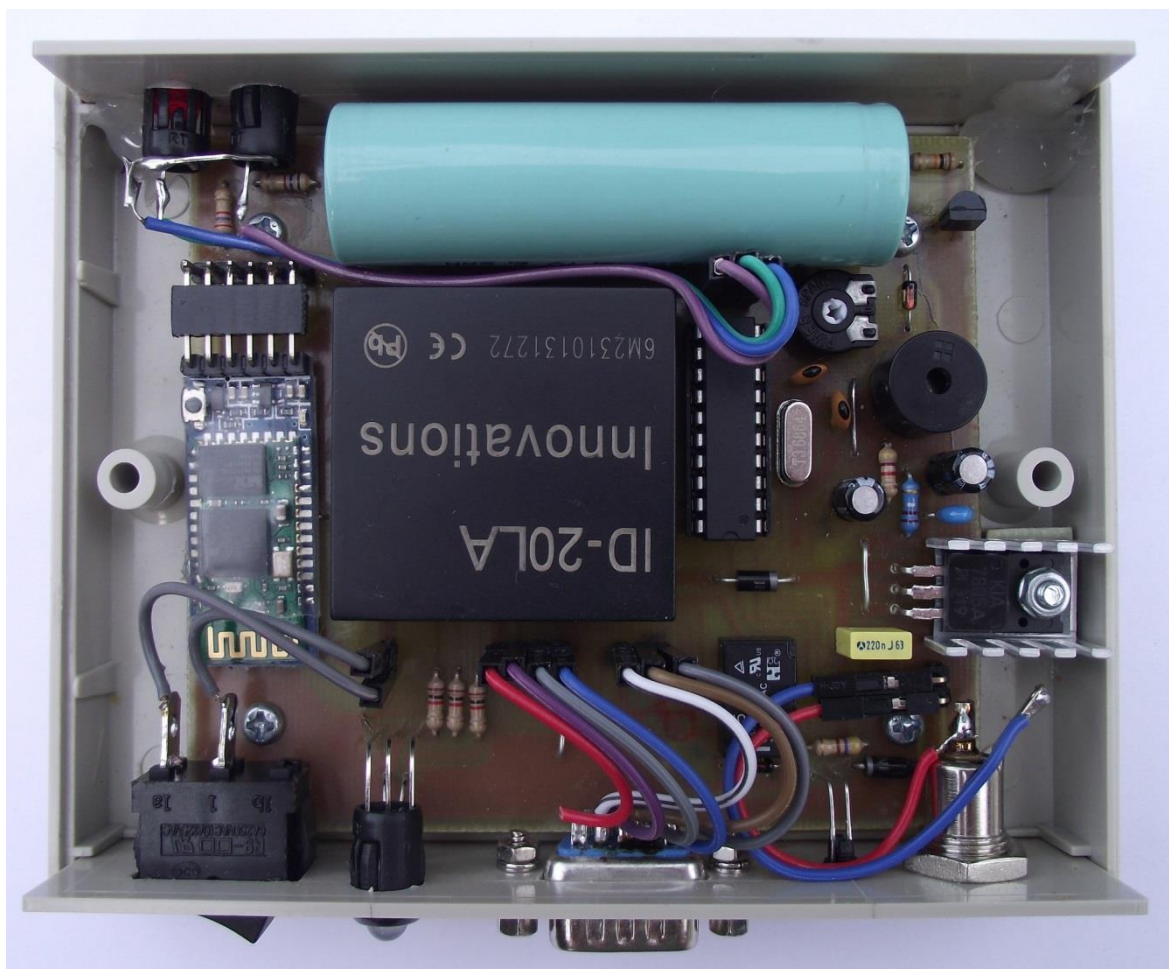
Obrázek 24: Fotografie zařízení určeného k umístění na výdeji – zadní pohled

5.2.1 Vnitřní hardwarové řešení zařízení

Protože hardwarově je toto zařízení zrealizováno jednou deskou plošných spojů, jsou zde pro lepší představu uvedeny nejprve dva obrázky. První obrázek (Obrázek 25) znázorňuje blokové schéma zařízení, druhý obrázek (Obrázek 26) reálnou fotografii hotového zařízení. Dále potom kapitola pokračuje popisem elektrického schématu zařízení.



Obrázek 25: Blokové schéma vnitřní HW struktury zařízení na výdeji



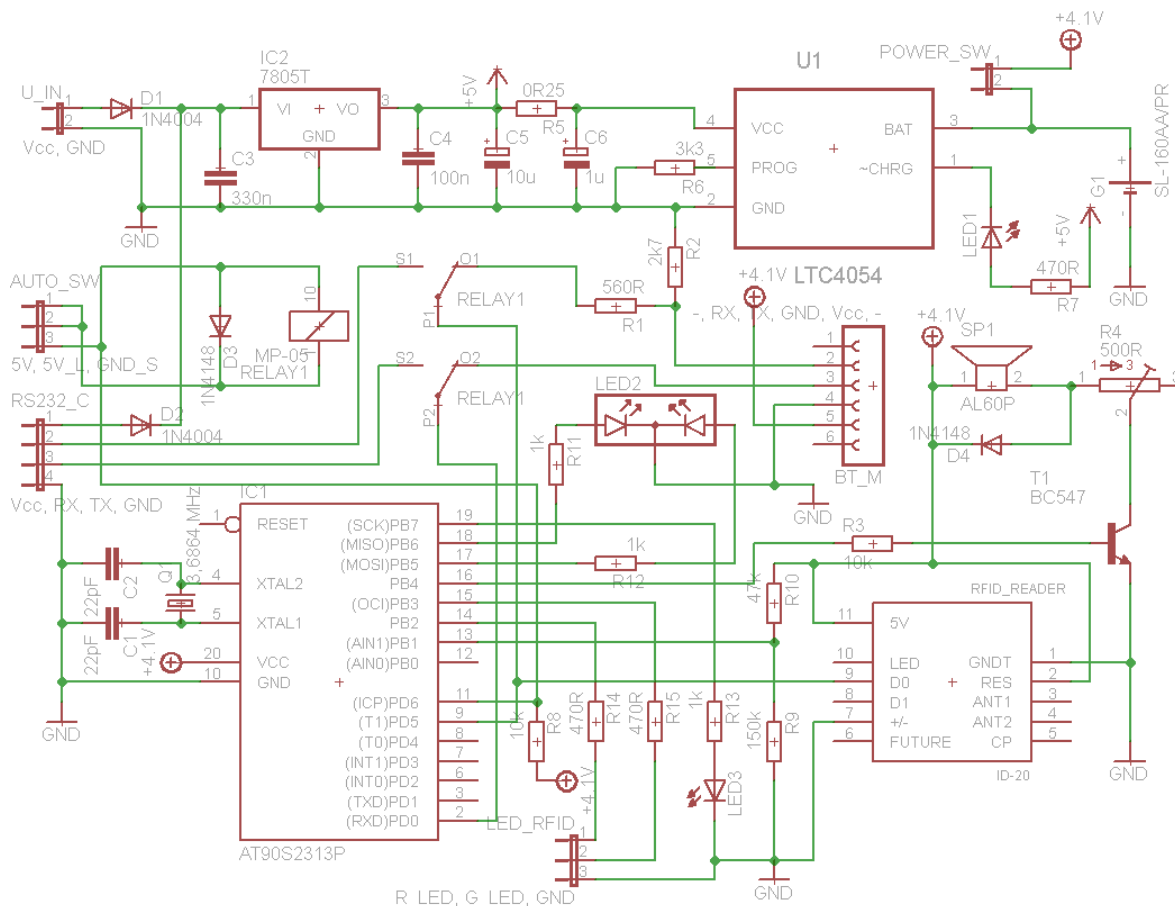
Obrázek 26: Fotografie vnitřního uspořádání zařízení (výdej)

Deska plošných spojů je osazena obvodem zdroje, který je založen na lineárním stabilizátoru 7805. Vstupní napětí může být přivedeno jak ze vstupu pro napájení, tak i po kabelu připojeném na zařízení pokladny. Protože u této jednotky se předpokládá i provoz na akumulátor, je dále připojen nabíjecí obvod Li-ion akumulátorů LTC4045 spolu s Li-ion akumulátorem o jmenovitém napětí 3,7 V a kapacitě 2500 mAh. Tento nabíjecí obvod disponuje výstupem pro indikaci nabíjení, který je použit pro ovládání k tomu určené LED. Za akumulátorem je teprve umístěn hlavní vypínač.

Dále je obsažena část zahrnující relé pro přepínání drátové a bezdrátové komunikace. Toto relé je řízeno signálem přivedeným kabelem z pokladny, přepínání je tak automatické. Navíc je GND signál přivedený po tomto kabelu připojen za použití pull-up rezistoru na vstup ATtiny2313, což umožní programové části získat informaci o připojení kabelu.

UART výstup z RFID čtečky je vyveden současně na komunikační kanál směrem k zařízení na pokladně a také na vstup ATtiny2313. Tato konfigurace umožňuje programové části získat informaci o tom, že komunikace směrem do zařízení na pokladně

probíhá, nicméně není nutné tuto komunikaci směřovat přes mikrokontroler ATtiny2313 přímo. Komunikace směřující ze zařízení pokladny je přivedena na RXD pin mikrokontroleru. Na mikrokontroler jsou připojeny dále výstupní (signalizační) prvky, konkrétně se jedná o 4 LED a bzučák řízený výkonovým tranzistorem přes trimr pro nastavení hlasitosti. Mikrokontroler je opatřen krystalem na frekvenci 3,6864 MHz.



Obrázek 27: Elektrické schéma DPS (výdej)

Podklady pro výrobu této desky exportované z programu EAGLE jsou dostupné v příloze práce (Příloha P I).

5.2.2 Způsob realizace, montáže a konfigurace

Po dokončení návrhu DPS v programu EAGLE, byla deska vyrobena, osazena a oživena. Oživení proběhlo s použitím laboratorního zdroje s regulací proudu, kdy byla ověřena správná funkčnost napájecího a nabíjecího obvodu. Osazená deska byla upevněna do pastové krabičky pomocí čtyř samořezných vrtů.

Konfigurace Bluetooth modulu proběhla obdobným způsobem jako u zařízení umístěného na pokladně. Tento postup je popsán v kapitole 5.1.3.

5.2.3 Programové vybavení, popis signalizace

Program napsaný pro ATtiny2313 má 191 řádků, využívá knihoven `inttypes.h`, `stdbool.h`, `avr/io.h`, `avr/interrupt.h` a je dostupný na příloženém CD. Program je uzpůsoben běhu mikrokontroleru na frekvenci 3,6864 MHz.

Vnitřně program využívá znalosti přesné frekvence, na které mikrokontroler běží, pro generování proměnné reprezentující čas uplynutý od zapnutí zařízení. Jedná se o proměnnou „Gms“ typu unsigned integer 32 bit, jejíž hodnota je každou milisekundu zvýšena o jedna. Vezmeme-li v potaz typ této proměnné, dojde k jejímu přetečení přibližně každých 50 dní, což na funkci programu nemá praktický vliv. Prakticky je zvyšování této proměnné realizováno funkcí, která využívá přerušení generovaného interním časovačem.

Dále je obsluhy pomocí přerušení využito pro načítání přijatých znaků na portu RXD. Podle přijatého znaku jsou potom nastaveny příslušné časové značky (proměnné začínající „Timeout“) a řídicí proměnné, které jsou obsluhovány v nekonečné smyčce programu, vyjma ovládání bzučáku, které je zahrnuto ve funkci nastavující proměnnou Gms. Funkce obsluhující toto přerušení je uvedena na následujícím obrázku (Obrázek 28).

```
// Obsluha preruseni - UART
ISR(USART_RX_vect){
    char ReceivedByte;
    ReceivedByte = UDR;
    if(ReceivedByte == 'L'){
        TimeoutLoop = Gms + 3099;
    }
    if(ReceivedByte == 'K'){
        PORTB &= ~(1 << LED_front_r);
        TimeoutLEDfront = Gms + 1033;
        TimeoutBuzzStart = Gms;
        TimeoutBuzzStop = Gms + 207;
        BuzzCount = 2;
    }
    if(ReceivedByte == 'N'){
        PORTB &= ~(1 << LED_front_g);
        TimeoutLEDfront = Gms + 1033;
        TimeoutBuzzStart = Gms;
        TimeoutBuzzStop = Gms + 103;
        BuzzCount = 0;
    }
}
```

Obrázek 28: Ukázka z programu ATtiny

V nekonečné smyčce program zpracovává stavy vstupů PD6 (pull-up rezistor přizemňovaný signálem ze zařízení na pokladně) a AIN1 (napětí baterie přivedené na vestavěný analogový komparátor) pro určení výstupního hodnot pro stavovou diodu. Popis

signalizací stavové diody, které jednotlivým stavům zařízení odpovídají je uveden v následující tabulce (Tabulka 14).

Tabulka 14: Popis stavů zařízení na pokladně indikovaných stavovou diodou

Stavová LED	Indikace
Bliká červeně	Indikace slabé baterie, kabel ze zařízení na pokladně nepřipojen
Svíí červeně	Indikace slabé baterie, kabel ze zařízení na pokladně připojen
Bliká zeleně	Zařízení je připraveno, kabel ze zařízení na pokladně nepřipojen
Svíí zeleně	Zařízení je připraveno, kabel ze zařízení na pokladně připojen

Dále jsou ve věčné smyčce také nastavovány výstupy pro indikační diody. Po indikaci komunikace z RFID čtečky do zařízení na pokladně (prostřednictvím pinu PD5) program rozsvítí obě indikační diody. Tyto diody svítí po dobu maximálně dvou sekund, nebo do okamžiku obdržení odpovědi na portu RXD. Po obdržení odpovědního znaku je provedena indikace pro zákazníka. Způsob indikace je totožný jako u zařízení na pokladně (kapitola 5.1.4, konkrétně Tabulka 12), nicméně zařízení na výdeji rozeznává pouze odpovědi „K“ a „N“. Odpověď „D“ totiž na zařízení výdeje není serverem odesílána, při akcích, které mohou vést ke smazání nebo přepsání karty totiž nejsou karty načítané na zařízení výdeje akceptovány, tudíž server odesílá odpověď „N“.

5.2.4 Přibližné náklady na realizaci

Přibližné náklady na realizaci tohoto zařízení byly vyčísleny na 1705,- Kč s DPH. Podrobnější rozpis nákladů je k dispozici v následující tabulce (Tabulka 15).

Tabulka 15: Rozpis nákladů na jednotlivé položky pro výrobu zařízení na výdeji

#	Název (popis položky)	Cena [Kč] (s DPH)
1	RFID čtečka ID-20LA	720,-
2	BlueTooth modul HC-05	250,-
3	Li-ion akumulátor	220,-
4	Krabička plastová	75,-
5	ATtiny2313A	55,-
6	Nabíjecí obvod LTC4045	85,-
7	Drobné elektronické součástky + montážní prvky	300,-
	Celkem:	1705,-

5.3 Zařízení umístěné veřejně v menze

Z dříve popsaného konceptu systému (kapitola 4.3.3) je patrné, že pro tento účel návrh počítá s umístěním běžného zařízení z kategorie spotřební elektroniky. Na tomto zařízení je prostřednictvím webového prohlížeče zobrazeno rozhraní načítané z externího webového serveru. Bližší informace k tomuto rozhraní jsou dostupné v kapitole zabývající se popisem externího webového serveru (kapitola 5.5.3). Screenshoty zachycující grafickou podobu rozhraní jsou dostupné v příloze práce (Příloha P II).

Z důvodu komplikací okolo nutnosti vypsání výběrové řízení na dodání potřebné techniky (popsaných v kapitole 4.4.3) nebylo toto zařízení pro účely použití v informačním systému zakoupeno. Zařízení by totiž do doby obhajoby práce nebylo k dispozici. Proto jsou dále v této kapitole pouze popsány technické parametry, které realizovaný systém na případně poptávané zařízení klade. Na závěr jsou také přibližně vyčísleny náklady na pořízení takového zařízení.

5.3.1 Technické parametry případně poptávaného zařízení

Zařízení musí disponovat připojením do internetu prostřednictvím Ethernetu nebo WiFi a disponovat webovým prohlížečem s podporou JavaScriptu na dobré úrovni.

Při těchto požadavcích přichází v úvahu použití chytré TV nebo mini PC. Nicméně jako nejvhodnější se zřejmě jeví varianta použití běžného LCD monitoru v kombinaci se zařízením na bázi operačního systému Android, které se připojuje pomocí HDMI rozhraní a umí implementovat „chytré“ funkce do běžného zobrazovače. Důvodem je nižší cena, než u obou předchozích řešení. Dále větší kompaktnost řešení a navíc se v operačním systému Android dá očekávat kvalitnější implementace webového prohlížeče oproti prohlížeči, kterým disponují chytré televize. [46]

Hlavní požadavky kladené na LCD panel jsou:

- Dobré pozorovací úhly, kontrast a jas displeje
- Přítomnost integrovaných reproduktorů pro audio upozornění
- Možnost montáže držáku pro upevnění na zeď (strop)
- HDMI rozhraní (nebo alespoň DVI rozhraní – možnost použití redukce)

Zařízení pro implementaci chytrých funkcí na bázi Androidu povětšinou disponují integrovanou funkcí Wi-Fi, což případně umožňuje využití bezdrátové komunikace.

5.3.2 Přibližné předpokládané náklady na realizaci

Pro stanovení přibližných předpokládaných nákladů na realizaci byly vybrány vzorové zařízení splňující požadované technické parametry, které jsou spolu s jejich běžnou cenou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 16). Přibližné předpokládané náklady na realizaci tohoto zařízení byly vyčísleny na 5100,- Kč s DPH.

Tabulka 16: Rozpis předpokládaných nákladů na zařízení k umístění veřejně v menze

#	Název (popis položky)	Cena [Kč] (s DPH)
1	LCD monitor (Philips 224E5QDAB, 22", AH-ISP, full HD, HDMI)	3500,-
2	Android BOX (eGreat U1, DualCore, Wi-Fi, LAN, Android 4.1)	1600,-
	Celkem:	5100,-

5.4 Zařízení umístěné v místě přípravy jídel

Stejně jako u zařízení popisovaného v předchozí kapitole (kapitola 5.3), návrh IS i pro toto umístění počítá s běžným zařízením z kategorie spotřební elektroniky, na kterém je prostřednictvím webového prohlížeče zobrazeno rozhraní načítané z externího webového serveru. Bližší informace k tomuto rozhraní jsou dostupné v kapitole zabývající se popisem externího webového serveru (kapitola 5.5.3). Screenshoty zachycující grafickou podobu rozhraní jsou dostupné v příloze práce (Příloha P II).

Ani toto zařízení nebylo pro účely použití v informačním systému zakoupeno, přičemž důvody jsou stejné jako u zařízení popisovaného v kapitole 5.3. Proto jsou dále v této kapitole opět pouze popsány technické parametry, které realizovaný systém na případně poptávané zařízení klade. Na závěr jsou také přibližně vyčísleny náklady na pořízení takového zařízení.

5.4.1 Technické parametry případně poptávaného zařízení

Na rozdíl od zařízení popsaného v předchozí kapitole (kapitola 5.3), předpokládá se na tomto umístění také vstup uživatelských dat (odeslání objednávek k výdeji). Požadavky kladené na toto zařízení nejsou tedy jen ve smyslu požadavku na úroveň webového prohlížeče s podporou JavaScriptu, ale také v oblasti vstupního rozhraní. Systém je schopen zpracovat vstupní data zadaná prostřednictvím dotykové obrazovky, nicméně pro použití klávesnice je toto rozhraní uzpůsobeno také.

Pro tento účel se nabízí použití PC (IPC) s dotykovou obrazovkou nebo běžnou obrazovkou doplněnou o klávesnici. Nicméně jako výrazně levnější a zřejmě i praktičtější řešení se jeví použití tabletu. Autor práce si je vědom zatížení tohoto zařízení nepříznivými vnějšími vlivy, které plynou z umístění v blízkosti kuchyňského výrobního zařízení, kdy dochází k výskytu zvýšené vlhkosti a teploty spolu s výpary vznikajícími při přípravě smažených pokrmů. Nicméně i přesto je autor přesvědčen, že při použití vhodného ochranného obalu a vhodné volbě konkrétního umístění, nedojde zařízení vlivem používání k znatelnější újmě. V extrémním případě je možné zařízení zakrytovat úplně a použít pro vstup dat klávesnice. S mírně sníženou dobou životnosti a s možnými problémy při případné reklamaci je ale zřejmě nutné počítat.

Hlavní požadavky kladené na zařízení (tablet):

- Dobře čitelný display o velikosti alespoň 9"
- Dostatečné rozlišení displeje (minimálně 800 x 600 px)
- Kvalitní technické zpracování kvůli zvýšenému namáhání

5.4.2 Přibližné předpokládané náklady na realizaci

Pro stanovení přibližných předpokládaných nákladů na realizaci byly vybrány vzorové zařízení splňující požadované technické parametry, které jsou spolu s jejich běžnou cenou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 16). Přibližné předpokládané náklady na realizaci tohoto zařízení byly vyčísleny na 3780,- Kč s DPH.

Tabulka 17: Rozpis předpokládaných nákladů na zařízení umístěné v kuchyni

#	Název (popis položky)	Cena [Kč] (s DPH)
1	Tablet (MyPhone myTab, 9.7", DualCore, Wi-Fi, Android 4.1)	3300,-
2	Držák tabletu (Trust Car Tablet Holder 7-11")	320,-
3	Numerická klávesnice	160,-
	Celkem:	3780,-

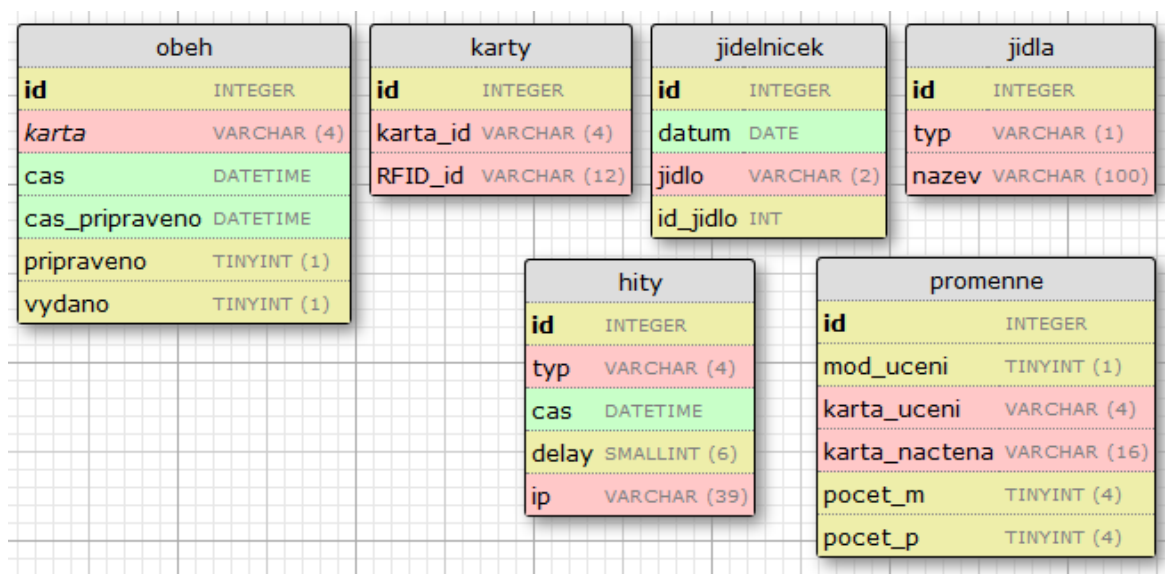
5.5 Externí webový server

Programová část serveru je napsána v nativním PHP, nebyl použit žádný framework. Pro práci s databází je použita knihovna DiBi [47]. Programová část je navržena tak, aby zprostředkovávala všechny funkce, které jsou od webového serveru v rámci nasazení

informačního systému očekávány. Jedná se o funkce veřejného informačního portálu, správu dat o objednávkách a kartách, administračního rozhraní systému, zprostředkování rozhraní dalších zařízení systému a rozhraní pro mobilní telefony. Popis všech těchto funkcí a fyzické realizace je předmětem této kapitoly.

5.5.1 Správa dat – databázová struktura

Veškerá data aplikace jsou uchovávána prostřednictvím relačního databázového systému. Přehled datové struktury jednotlivých tabulek je na následujícím obrázku (Obrázek 29).



Obrázek 29: Datová struktura jednotlivých tabulek

V tabulce „obeh“ slouží k uchovávání dat o objednávkách, které byly do systému zaevidovány. Tabulka „karty“ potom uchovává data o kartách, prakticky se jedná o přiřazení aliasu (př.: m100) jednotlivým RFID tagům. Tabulka „jidelnicek“ slouží pro uchovávání dat o jídelním lístku až na 14 dní dopředu, v tabulce „jidla“ jsou potom uloženy textové názvy jídel, které je možné do jídelníčku zahrnout. Tabulka „hity“ uchovává data o přístupech zařízení na jednotlivá rozhraní webové aplikace, v tabulce „promenne“ je uloženo 5 datových položek, které reprezentují stavové proměnné systému.

5.5.2 Veřejná webová prezentace – informační portál IS

Tato statická webová prezentace je přístupná prostřednictvím internetu (umístění popsáno v kapitole 5.5.5). Obsahuje základní informace o systému a informace o funkci systému z pohledu zákazníka. Hlavní strana prezentace zobrazuje pomocí AJAX metody obnovovaný údaj o stavu systému a počtu minutek v přípravě.

5.5.3 Popis rozhraní pro fyzické komponenty IS

Soubory těchto rozhraní jsou umístěny v podsložce interface. Kromě rozhraní, které obsluhuje RFID čtečky, jsou využity dále příslušné soubory se zdrojovým kódem JavaScriptu umístěné v podsložce JS a také příslušné soubory s PHP skripty, které zajišťují odpovědi na AJAX požadavky, umístěné v podsložce AJAX.

Ochrana proti neautorizován přístupu na rozhraní zařízení, které umožňují zásahy do chodu systému je řešena prostřednictvím filtru IP adres, kdy v konfiguračním souboru webu (config.php) je možné nastavit konkrétní IP adresy, z kterých je přístup povolen.

Rozhraní pro zařízení na pokladně a výdeji (RFID čtečky)

Toto rozhraní je implementováno pouze v PHP, příslušný soubor skriptu je interface/rfid.php. Script zpracovává data z GET parametrů http požadavků odesílaných zařízením na pokladně, podle kterých následně provede úpravy dat v databázi (tabulka „obeh“), které představují údaje o objednávkách. Na základě údajů z databáze a přijatých dat z GET parametrů http požadavku následně na výstup odešle řídicí znak >, za kterým následuje znak odpovědi. Chování tohoto rozhraní je závislé na módu, ve kterém se systém nachází (mód je možné nastavit pomocí administračního rozhraní systému, nastavení je uloženo v databázi, tabulka „promenne“).

V provozním módu v případě požadavku ze zařízení na pokladně (GET parametr typ=pokladna) je chování následující. Znak odpovědi „K“ je odeslán, pokud pro danou kartu není evidována žádná nevydaná objednávka a objednávka byla úspěšně zavedena do databáze. Znak odpovědi „N“ je odeslán, pokud danou kartu systém nezná (není evidována v tabulce „karty“), nebo pokud je již objednávka evidovaná pro danou kartu připravena k výdeji. Znak odpovědi „D“ je odeslán, pokud je evidována objednávka pro danou kartu, tato objednávka je v databázi následně označena jako stornovaná (obeh – vydano=2). Pokud pochází požadavek ze zařízení na výdeji (GET parametr typ = vydej) je vrácen odpovědní znak „K“ v případě, že je pro danou kartu evidována připravená objednávka. Ve všech ostatních případech je vrácen znak „N“.

V módu učení je v případě požadavků ze zařízení na pokladně odeslána odpověď „K“, pokud v systému není evidována karta pod daným RFID tagem (tabulka „karty“). V takovém případě je do této tabulky karta zavedena pod aliasem, který je nastaven pro přidělení pomocí rozhraní pro přidávání karet v administraci systému. Fyzicky je tato hodnota uložena v tabulce „promenne“. Znak „D“ je vrácen v případě, pokud již systém

pod RFID tagem karty nebo pod nastaveným aliasem jinou kartu eviduje, přičemž je tento záznam odstraněn z databáze a nahrazen novým. Znak odpovědi „N“ je odesílán, pokud není nastaven alias karty, nebo pokud se jedná o požadavek ze zařízení na výdeji.

Požadavky typu ping jsou obslouženy za všech okolností odpovědí „K“, kdy jsou pouze do databáze (tabulka „hity“) uloženy údaje o přístupu. Tato evidence přístupů je zahrnuta i do zpracování všech ostatních požadavků.

Rozhraní pro zařízení umístěné veřejně v menze

Toto rozhraní je implementováno pouze jako HTML soubor (interface/display.html), který využívá vloženého javascriptového souboru (JS/interface_display.js). Kód obsažený v tomto souboru implementuje dynamické grafické prvky rozhraní a realizuje AJAX komunikaci s PHP skriptem (AJAX/interface_display.php), díky které dochází k periodické obnově zobrazovaných dat (každé 3 sekundy). Komunikace probíhá ve formátu JSON. JavaScriptový kód využívá knihovny JQuery (stručný popis v kapitole 3.2.4), dále potom doplňky FitText, Advanced NewsTicker, jQuery.pulse. Pomocí těchto JavaScriptových nástrojů bylo vytvořeno animované rozhraní využívající přechodů. V módu zobrazení více položek najednou v pravém sloupci periodicky roluje seznam položek, přičemž položka v seznamu na prvním místě je zobrazována v levé (větší) části. Je také implementováno zvýraznění (blikání) nově přichozích položek, doprovázené zvukovou signalizací. Rozhraní se automaticky přizpůsobuje rozlišení zobrazovače, přičemž je lépe optimalizováno pro širokoúhlé zobrazovače. Rozhraní zobrazuje také aktuální čas. [48] [49]

PHP skript obsluhující AJAX požadavky má zde jednoduchou úlohu, kdy pouze vybírá z databáze (tabulka „obeh“) objednávky, které jsou nevydané, ale připravené. Výpis těchto objednávek odesílá jako odpověď ve formátu JSON. Dále již jenom zaznamená údaje o přístupu k rozhraní do databáze (tabulka „hity“). Screenshoty zachycující grafickou podobu rozhraní jsou dostupné v příloze práce (Příloha P II).

Rozhraní pro zařízení umístěné v místě přípravy jídel

Toto rozhraní je implementováno jako PHP skript (interface/kuchyne.php), který využívá vloženého javascriptového souboru (JS/interface_kuchyne.js), který implementuje dynamické grafické prvky rozhraní a realizuje AJAX komunikaci s PHP skriptem (AJAX/interface_kuchyne.php), díky které dochází k periodické obnově a případnému odeslání zobrazovaných dat (každé 3 sekundy). Zobrazení souboru je řešeno PHP skriptem

(místo statického HTML), protože při prvním dotazu na server je vygenerován obsah jídelního lístku, který již není obnovován periodicky. AJAX komunikace probíhá ve formátu JSON. JavaScriptový kód využívá knihovny JQuery (stručný popis v kapitole 3.2.4), dále potom doplňky FitText, a jQuery.pulse. Pomocí těchto JavaScriptových nástrojů bylo vytvořeno animované rozhraní využívající přechodů. Rozhraní se automaticky přizpůsobuje rozlišení zobrazovače, dokáže pracovat i v módu „nastojato“, kdy je výška zobrazovače větší než šířka. Nově přichází objednávky jsou zvýrazněny (blikáním), které je doprovázeno zvukovou signalizací. Rozhraní zahrnuje implementaci prvků umožňujících odeslání vybraných objednávek o zadaném počtu k výdeji. Tento požadavek je předám webovému serveru pomocí GET parametrů http požadavku při nejbližší AJAXové aktualizaci. [48] [49]

PHP skript obsluhující AJAX požadavky nejprve zjistí, zda jsou pomocí GET parametrů „typ“ a „počet“ předány instrukce k odeslání nabídek k výdeji (zobrazení na zařízení umístěném veřejně v menze). Pokud jsou tyto informace předány, systém vybere z databáze (tabulka „obeh“) objednávky daného typu (m1, m2, m3), které nejsou vydané, ani připravené. Z těchto objednávek vybere požadovaný počet objednávek (vybírají se nejprve objednávky evidované v systému nejdelší dobu) a tyto objednávky označí jako připravené a zapíše čas, kdy se tak stalo. Následně jsou vždy odeslána data o aktuálních objednávkách a aktuálním počtu jednotlivých druhů jídel k vyzvednutí. Poté jsou opět zaznamenány údaje o přístupu k rozhraní do databáze (tabulka „hity“). Screenshot zachycující grafickou podobu rozhraní jsou dostupné v příloze práce (Příloha P II).

Rozhraní pro mobilní telefony

Toto rozhraní se jako jediné nenachází v podsložce interface, ale v podsložce m. Jedná se o soubor PHP (m/index.php). Toto umístění a název je zvoleno s ohledem na požadavek co možná nejkratší adresy, která je kódována do QR tagů uvedených na RFID kartách. Dle GET parametru „c“ hypertextového odkazu načte skript kód objednávky, ke které je karta přiřazena. Na výstup je odesláno rozhraní ve formátu HTML využívající javascriptového kódu (soubor JS/m_index.js), které informuje uživatele o stavu jeho konkrétní objednávky. Tato informace je periodicky obnovována metodou AJAX. PHP soubor obsluhující AJAX požadavky (AJAX/m_index.php), zjišťuje stav dané konkrétní objednávky z databáze (tabulka „obeh“) a odesílá informace o tomto stavu ve formátu JSON. Náhled grafické podoby rozhraní (Obrázek 30) je k dispozici spolu s dalšími obecnými informacemi v další kapitole (kapitola 5.6).

5.5.4 Administrační rozhraní

Administrační rozhraní se nachází v podadresáři admin. Rozhraní je přístupné prostřednictvím internetu, z veřejné části webu na něj vede odkaz. Rozhraní je zabezpečeno uživatelským jménem a heslem, které je možné nastavit v konfiguračním souboru webu (config.php). Soubor index.php slouží jako výchozí soubor, ve kterém je provedeno připojení na databázi, zajišťuje autorizaci uživatele pomocí sessions a generování menu. Právě pomocí odkazů v menu je potom skriptu předáván GET parametr „mod“, podle kterého jsou potom načítány jednotlivé moduly administrace (PHP soubory v podadresáři admin/modules). Popisu funkce jednotlivých modulů se věnuje zbytek této kapitoly. Screenshoty grafické podoby administračního rozhraní pro jednotlivé moduly jsou k dispozici v příloze práce (Příloha P III).

Modul „Stav“

Tento modul zprostředkovává informace o aktuálním stavu systému. Jsou k dispozici informace o módu systému, poslední načtené kartě, počtu evidovaných karet, počet právě připravovaných a vydávaných jídel a další informace. Dále jsou zobrazeny stavy jednotlivých komponent systému, konkrétně údaje o čase poslední aktivity s IP adresou a dobou odezvy (získáváno z databáze, tabulka „hity“).

Modul „Nastavení“

Modul umožňuje nastavení módu systému a počtu druhů minutek a pizz, které jsou systémem obsluhovány v případě, že pro daný den není nastaven jídelníček. Tyto nastavení jsou uchovávány v databázi (tabulka „promenne“).

Modul „Jídelníček“

Prostřednictvím tohoto modulu je možné nastavit jídelní lístek pro aktuální a následující týden. Pokud je pro daný den jídelníček nastaven, systém pracuje s počtem minutek a pizz dle jídelníčku, navíc nařízení v místě přípravy jídel zobrazuje konkrétní název jídla, nikoliv obecný. S konkrétními názvy jídel umí pracovat i rozhraní pro mobilní telefony.

Modul „Přidat kartu“

Toto rozhraní umožňuje zavést do systému nové karty, pokud je systém v módu učení. Pro větší přehlednost je také zobrazeno pět posledních přidávaných karet. Karty jsou uchovávány v tabulce „karty“, přičemž záznamy jsou automaticky přepisovány. Rozhraní v podstatě slouží k nastavení aliasu karty, která je uložena do tabulky „promenne“. Tuto uloženou

hodnotu následně rozhraní, které požadavky zpracovává (interface/rfid.php), přiřadí kartě následně načtené na zařízení, které je umístěné na pokladně.

Modul „Potisk karet“

Umožňuje generování potisku RFID karet ve formátu PDF nebo PNG. Obrázky PNG jsou sbaleny do jednoho souboru ZIP. Je využito GD knihovny PHP a knihovny „PHP QR code“. Formulář umožňuje zadání vygenerování libovolného počtu karet pro různé rozsahy. Programové generování potisku je nevyhnutelné, protože potisk každé karty je jedinečný, stejně tak QR kód na ní uvedený je na každé kartě jiný.

5.5.5 Fyzické nasazení

Webová prezentace byla umístěna na webhosting od společnosti Wedos. Cena webhostingu je 31 Kč/měsíc s DPH. Byla také zaregistrována doména is-menza-utb.eu. Cena registrace domény je 79 Kč/rok. Na subdoménu u5.is-menza-utb.eu byla vytvořená webová prezentace umístěna, na doméně druhého řádu je nastaveno přesměrování na tuto subdoménu. Aplikace nevyžaduje žádné speciální nastavení PHP a je určena pro nasazení na webových serverech podporujících soubory .htaccess (Apache).

5.6 Rozhraní pro mobilní telefony

Na rozhraní se zákazník dostane načtením QR kódu z obdržené karty, toto rozhraní ho informuje průběhu přípravy jeho objednávky a o průměrném času přípravy v daný den. Grafická podoba rozhraní je vyobrazena na následujícím obrázku (Obrázek 30).



Obrázek 30: Podoba rozhraní pro mobilní telefony

5.7 RFID karty

Karty, s kterými umí čtečky použité v systému pracovat, musí být na frekvenci 125 kHz a splňovat normu EM 4001 nebo kompatibilní (například EM4100ISO). Pro testování systému bylo zakoupeno 20 kusů karet, které byly opatřeny potiskem generovaným příslušným rozhraním v administraci. Každá karta nese unikátní identifikátor objednávky (alias), například M100. Dále také unikátní QR kód, který odkazuje na rozhraní pro mobilní zařízení. Podoba vyrobených karet je patrná z následující fotografie (Obrázek 31).



Obrázek 31: Karty vyrobené pro použití v systému

5.7.1 Přibližné náklady na realizaci

Náklady na jednu kartu se v závislosti na objednávaném množství pohybují od 8 do 12 Kč. Pro běžný provoz systému by dle odhadu autora mělo být k dispozici přibližně 120 karet. Dvacet karet již nakoupeno bylo, přibližné náklady na koupi byly 220 Kč. Dalších 100 karet za předpokládanou přibližnou cenu 1000 Kč zbývá dokoupit.

6 SPECIFIKACE VLASTNOSTÍ SYSTÉMU

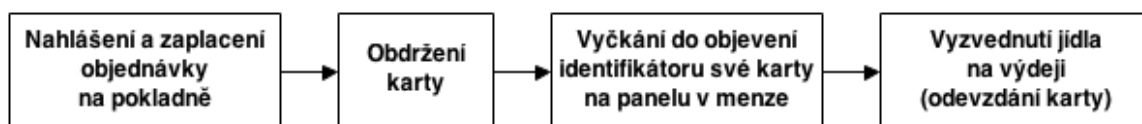
Závěrečná kapitola se zabývá popisem uživatelských funkcí a vlastností systému. Dále jsou stručně uvedeny vlastnosti systému z hlediska správy a instalace (nasazení). Poslední část se zabývá vyčíslením nákladů na realizaci a provoz systému.

6.1 Způsob práce se systémem

Popis způsobu práce se systémem je rozdělen dle kategorií uživatelů, kteří přijdou se systémem do kontaktu.

Z pohledu zákazníka

Interakce zákazníka s navrženým informačním systémem se odvíjí od způsobu výdeje objednaných jídel. Návrh systému předpokládá situaci, kterou znázorňuje schéma uvedené na následujícím obrázku (Obrázek 32).



Obrázek 32: Průběh interakce zákazníka se systémem

Ve stručnosti tedy zákazník nejprve nahlásí požadovaný druh minutkového jídla na pokladně, kde jídlo zaplatí a následně obdrží kartu pro příslušný druh jídla s vyznačeným jedinečným identifikátorem objednávky. Poté zákazník vyčká v prostorách menzy, kde sleduje instalovaný zobrazovač IS, nebo mobilní telefon s načteným mobilním rozhraním IS. Přístup do tohoto rozhraní je možný po načtení QR kódu na obdržené kartě. Až mobilní rozhraní zákazníka upozorní, že jeho objednávka je připravena nebo se identifikátor jeho objednávky objeví na zobrazovači, zákazník se s kartou dostaví k výdeji jídel, kde převezme jídlo a tuto kartu také odevzdá.

Z pohledu obsluhy na pokladně

Obsluha disponuje dostatečným počtem karet, které jsou rozdělené dle jednotlivých druhů (M1, M2, ..., P1, ...). Při objednávkách minutkových jídel potom zákazníkovi vydá libovolnou kartu pro daný typ minutky, přičemž nejprve kartu přiloží na čtecí zařízení. Obsluha v takovém případě očekává signalizaci „Přijato“. Pokud je některá karta načtena omylem, je ji možné ze systému vyřadit opětovným přiložením, v takové případě očekává obsluha signalizaci „Smazáno“. Vyřazení objednávky ze systému není možné, pokud již

byla označena jako připravená. Pokud systém signalizuje „Odmítnuto“, je to možné z následujících důvodů:

- Systém kartu nezná (kontaktujte správce systému)
- Systém nemá přístup na server IS (zkontrolujte signalizaci stavové diody)
- Karta je stále evidována jako položka k výdeji (načtěte kartu na zařízení výdeje)

Popis signalizací je dostupný v kapitole 5.1.4, konkrétně tabulky: Tabulka 11, Tabulka 12.

Z pohledu personálu v místě přípravy jídel

Interakce se systémem probíhá skrze rozhraní, jehož grafická podoba je patrná ze screenshotů s příloze práce (Příloha P II). Ve sloupci objednávky jsou uvedeny počty jídel od jednotlivých druhů, které jsou objednány. Dle těchto záznamů personál zná přesný počet jídel, která je nutné připravit. Až je příprava určitého počtu objednávek hotová, personál označí objednávku dotykem nebo stiskem příslušné numerické klávesy ($M1 = 1$, $M2 = 2$, ... Přičemž opakovaný stisk jedné klávesy přepíná mezi objednávkou minutek a pizz př: $M1 \leftrightarrow P1$). Až je objednávka označena, dotykem na „tlačítka“ v pravém sloupci personál odešle od daného druhu určený počet objednávek k výdeji ($x1$, vše). Tento úkon lze také provést pomocí klávesnice, klávesa „*“ odesílá od daného druhu všechny objednávky, klávesa „+“ po jedné. Systém umí odesílat pouze jeden druh současně, objednávky od dalšího druhu lze odeslat, až se v pravém horním rohu opět objeví popisek „ONLINE“ (toto trvá nejdéle 3 sekundy).

Z pohledu personálu v místě výdeje jídel

Zda bude osoba z řad personálu pouze kontrolovat zákazníky nebo bude karty na zařízení přikládat sama, je na jejím zvážení. Nicméně zda je karta opravdu přijata, nebo odmítnuta by mělo být zkontrolováno, aby nedocházelo k předbíhání. Je třeba také mít na paměti, že karta je zpracována se signálem „Přijato“ pouze jednou, při opakovaném přiložení již systém rozpozná kartu jako položku mimo oběh, je tedy signalizováno „Odmítnuto“. Popis signalizací je dostupný v kapitole 5.1.4, konkrétně tabulky: Tabulka 11, Tabulka 12.

Z pohledu osoby, která sestavuje jídelní lístek

Pro lepší přehlednost, zejména na rozhraní zařízení umístěného v místě přípravy jídel, je vhodné, aby systém znal aktuální jídelní lístek. Jídelní lístek je možné nastavit až na dva týdny dopředu prostřednictvím administračního rozhraní systému. Přístupové údaje sdělí správce systému. Grafická podoba rozhraní je k nahlédnutí v příloze práce (Příloha P III).

6.2 Instalace a správa

Dodání potřebných zařízení z kategorie běžné spotřební elektroniky do termínu obhajoby práce by nebylo možné i v případě vypsání výběrového řízení v počáteční fázi realizace (okolnosti blíže popsány v kapitole 4.4.3). Proto bylo přistoupeno k realizaci systému bez předchozího nákupu těchto zařízení. Z tohoto důvodu nebyl systém do menzy FAI v době před obhajobou práce fyzicky nasazen, nicméně jako celek je systém k nasazení připraven.

Při případné instalaci systému je tedy potřeba nejprve nakonfigurovat webovou část systému prostřednictvím konfiguračního souboru webu (config.php). Zde je nutné nastavit přihlašovací údaje do administrace a veřejnou IP adresu ze které bude povolen přístup do rozhraní kuchyně a pokladny. Toto platí při nasazení systému na stávajícím webhostingu a doméně. V případě přesunu na jiné umístění je nutné nakonfigurovat i přístup do databáze a adresu webu (pro správně generované potisky karet). Po nahrání souborů webové aplikace na jiné umístění je také potřeba nahrát soubor zálohy databáze (is-menza_database.sql), který je k dispozici na přiloženém CD, do nově zřízené databáze. Tímto krokem jsou v databázi vytvořeny potřebné tabulky pro chod aplikace.

Poté je nutné fyzicky instalovat v rámci práce vyrobená zařízení na místo výdeje jídel a na pokladnu. K zařízení na pokladně je nutné přivést internetové připojení. Zde se nabízejí dvě možnosti provedení. První je přivést internet po LAN kabelu, kdy může být router obsažený v zařízení nakonfigurován jako AP a poskytovat tak připojení k internetu dalším zařízením informačního systému (zobrazovač v menze, zařízení v místě přípravy jídel). Druhá možnost spočívá v konfiguraci routru do módu klient a zařízení připojit bezdrátově na jiné AP. V případě umístění webového serveru na jiné doméně, než s jakou bylo v práci uvažováno je nutné změnit konfiguraci programu v zařízení umístěném na pokladně dle pokynů uvedených v kapitole 5.2.3. Zařízení pro umístění v místě výdeje jídel je možné připojit kabelem (standardní RS 232), nebo otestovat funkčnost spojení pomocí BT.

Dále se předpokládá instalace nově zakoupených zařízení z kategorie spotřební elektroniky, které jsou specifikované v kapitolách 5.3 a 5.4, na veřejné místo v menze a v místě výdeje jídel. Na těchto zařízeních se poté do internetového prohlížeče zadají adresy rozhraní serveru IS dle následující tabulky (Tabulka 18).

Dále je nutné pořídit více RFID karet dle specifikací uvedených v kapitole 5.7. a tyto karty opatřit potiskem. Podklady pro výrobu potisku a doplňující informace k praktické realizaci je možné získat v patřičném modulu administračního rozhraní (popis v kapitole 5.5.4).

Tabulka 18: Webové adresy rozhraní webového serveru pro nastavení v zařízeních IS

Zařízení	Webová adresa rozhraní webového severu IS
Zobrazovač v menze	http://adresa-serveru.com/interface/display.html (http://u5.is-menza-utb.eu/interface/display.html)
Zařízení v místě přípravy jídel	http://adresa-serveru.com/interface/kuchyne.php (http://u5.is-menza-utb.eu/interface/kuchyne.php)

Správa systému je možná skrze webové administrační rozhraní, nicméně za běžného provozu nejsou téměř žádné zásahy (vyjma možnosti nastavení jídelního lístku) potřebné.

6.3 Náklady na realizaci a provoz

Náklady na realizaci vytvořeného informačního systému byly již z části uhrazeny. Nicméně před nasazením systému do ostrého provozu se předpokládají další investice, které byly již v práci v přibližné výši uvedeny. Proto tato kapitola pouze shrnuje dříve přibližně vyčíslené uhrazené a předpokládané náklady. Toto shrnutí je provedeno prostřednictvím následující tabulky (Tabulka 19).

Tabulka 19: Shrnutí celkových nákladů na realizaci systému

#	Komponenta systému	Náklady [Kč](s DPH)	
		Uhrazené	Předpokládané
1	Zařízení pro umístění na pokladně	5180,-	0,-
2	Zařízení pro umístění v místě výdeje jídel	1705,-	0,-
3	Zařízení pro umístění veřejně v menze	0,-	5100,-
4	Zařízení pro umístění v místě přípravy jídel	0,-	3780,-
5	RFID karty	220,-	1000,-
	Celkem:	7105,-	9880,-

Již uhrazené náklady na realizaci systému byly vyčísleny v přibližné výši 7105 Kč. Předpokládané náklady na realizaci systému, které bude ještě nutné uhradit, jsou odhadovány na 9880 Kč. Celkové přibližné náklady na realizaci systému byly tedy vyčísleny ve výši 16985 Kč.

Náklady na provoz fakticky odpovídají nákladům na provoz webového serveru, pokud zanedbáme náklady za spotřebu elektrické energie. Při realizaci serveru popsaném v kapitole 5.5.5 jsou měsíční náklady na provoz serveru ve výši 38 Kč. Do těchto nákladů je započítán i roční poplatek za registraci EU domény.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zpracování literární rešerše na dané téma a návrh struktury informačního systému pro výdej minutek v menze FAI. Dále navrhnout a realizovat komponenty navrženého systému, jak po softwarové, tak hardwarové stránce. Následně také ověřit funkčnost realizovaného systému.

V teoretické části diplomové práce byl čtenář seznámen s obecnými principy a postupy při navrhování informačních systémů. Dále také s technologiemi (RFID, QR kódy, ...) a s hardwarovými řešeními (Arduino, AVR, ...) použitými v práci, včetně technologií pro vytváření webových aplikací.

Rešerše na dané téma byla vypracována v rámci první kapitoly praktické části zabývající se návrhem systému. V této kapitole byl také proveden rozbor stávající stavu s popisem jeho nedostatků. Dále byly navrženy 3 koncepty možného řešení informačního systému. Z těchto konceptů byl jako nejlepší vybrán koncept založený na RFID technologii s využitím externího webového serveru. Pro tento koncept byly specifikovány požadavky na jednotlivé komponenty navrženého systému.

Dle těchto specifikací byly potom jednotlivé komponenty systému vytvořeny. Zařízení určené k umístění na pokladně a v místě výdeje jídel byly koncipovány jako subsystemy založené na mikrokontrolerech. Zařízení pro umístění na pokladně na platformě Arduino, zařízení umístěné v místě výdeje jídel potom využívá ATtiny2313. Zařízení určené k umístění na veřejném místě v menze a v místě přípravy jídel byly navrženy jako zařízení z kategorie běžné spotřební elektroniky, které prostřednictvím webového prohlížeče zobrazují příslušné rozhraní vytvořené webové aplikace. Tato vytvořená webová aplikace disponuje veřejným informačním portálem k realizovanému informačnímu systému, administračním rozhraním a rozhraním pro mobilní telefony. Popis postupu realizace těchto komponent je předmětem druhé kapitoly praktické části.

V poslední kapitole praktické části jsou uvedeny specifikace vlastností navrženého informačního systému a postupy při instalaci a správě. Dále také vyčíslení nákladů na systém, které byly přibližně stanoveny na 16985 Kč.

Vytvořené komponenty tvoří funkční IS pro výdej minutek. Funkčnost systému byla ověřena a otestována, i když ne při reálném nasazení. Nic, kromě nezakoupených zařízení z kategorie spotřební elektroniky tedy nebrání nasazení systému v blízké budoucnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BRUCKNER, Tomáš. *Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4153-6.
- [2] VYMĚTAL, Dominik. *Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 142 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-3046-2.
- [3] HRUŠKA, František. *Projektování řídicích a informačních systémů*. 1. vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, 2010, 175 s. ISBN 978-80-7318-979-2.
- [4] PROCHÁZKA, Jaroslav a Cyril KLIMEŠ. *Informační systémy 1*. Ostrava: Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity, 2008, 161 s.
- [5] *Arduino* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://arduino.cc/>
- [6] *Codeduino / All things microcontroller* [online]. © 2013 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://codeduino.com/>
- [7] SCHMIDT, Maik. *Arduino: a quick-start guide*. Raleigh, N.C.: Pragmatic Bookshelf, c2011, xxiv, 263 p. Pragmatic programmers. ISBN 19-343-5666-2.
- [8] MALÝ, Martin. Arduino: webový server i klient do ruky. In: *Root.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-webovy-server-i-klient-do-ruky/>
- [9] *Atmel Corporation* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: <http://www.atmel.com/>
- [10] VÁŇA, Vladimír. *Mikrokontroléry ATMEL AVR: popis procesorů a instrukční soubor*. 1. vyd. BEN - technická literatura, 2003, 335 s. ISBN 80-730-0083-0.
- [11] The history of RFID. *AUTO-ID Labs at MIT* [online]. 2005 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: http://autoid.mit.edu/pickup/RFID_Papers/008.pdf
- [12] *RFID portál* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.rfidportal.cz>
- [13] GARGULÁK, Lukáš. *RFID a jeho využití v zabezpečovacích a informačních systémech*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. UTB.
- [14] *RFID VŠB-TU Ostrava* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://rfid.vsb.cz/cs/>

- [15] VOJTĚCH, Lukáš. RFID - technologie pro internet věcí. In: *Pandatron.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: http://pandatron.cz/?733&rfid_-_technologie_pro_internet_veci
- [16] ŠOŠOLÍK, Petr. *Použití dvourozměrných kódů v praxi*. Zlín, 2009. Bakalářská práce. UTB.
- [17] KRČMÁŘ, Petr. QR kódy: kilobajty v malém obrázku. In: *Root.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-03-17]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/qr-kody-kilobajty-v-malem-obrazku/>
- [18] SPURGEON, Charles E. a Joann ZIMMERMAN. *Ethernet: the definitive guide*. S.l.: O'Reilly Media, 2014, 508 s. ISBN 978-144-9361-846.
- [19] ŘEHÁK, Jan. Co je to WiFi - úvod do technologie. In: *Hw.cz* [online]. 2003 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/produkty/ethernet/co-je-to-wifi-uvod-do-technologie.html>
- [20] LEMSTRA, W, Vic HAYES a John GROENEWEGEN. *The innovation journey of Wi-Fi: the road to global success*. New York: Cambridge University Press, 2011, 432 s. ISBN 05-211-9971-9.
- [21] SIMANDL, Martin. IEEE 802.11n - Jak na rychlé Wi-Fi doma i venku. In: *PC Tuning* [online]. 2010 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: <http://pctuning.tyden.cz/hardware/site-a-internet/16921>
- [22] *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*. New York: IEEE, 2002, 47 s. ISBN 0-7381-2941-0.
- [23] SLINTÁK, Vlastimil. Arduino a sériová komunikace. In: *μArt.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://uart.cz/139/arduino-a-seriova-komunikace/>
- [24] DUDÁČEK, Karel. Sériová rozhraní SPI, Microwire, I2C a CAN. *Západočeská univerzita v Plzni* [online]. 2002 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: http://home.zcu.cz/~dudacek/NMS/Seriova_rozhrani.pdf
- [25] KAINKA, Burkhard. *USB. Měření, řízení a regulace pomocí sběrnice USB*. 1. vyd. Praha: BEN, 2002, 247 s. ISBN 80-730-0073-3.
- [26] ČEPIČKA, David. Základy technologie Bluetooth: původ a rozsah funkcí. In: *PC World* [online]. 2009 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://pcworld.cz/hardware/Zaklady-technologie-Bluetooth-puvod-a-rozsah-funkci-6635>

- [27] *Bluetooth Technology Website* [online]. © 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.bluetooth.com/>
- [28] MALÝ, Martin. Arduino: jak pro něj začít programovat. In: *Root.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-03-17]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-jak-pro-nej-zacit-programovat/>
- [29] VÁŇA, Vladimír. *Mikrokontroléry Atmel AVR assembler*. 1. vyd. Praha: BEN, 2003, 143 s. ISBN 80-730-0093-8.
- [30] KOSEK, Jiří. *PHP - tvorba interaktivních internetových aplikací: podrobný průvodce*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1999, 490 s. Průvodce (Grada). ISBN 80-716-9373-1.
- [31] *PHP: Hypertext Preprocessor* [online]. © 2001-2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://php.net/>
- [32] *MySQL: The world's most popular open source database* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.mysql.com/>
- [33] STEJSKAL, Jan. *Vytváříme WWW stránky pomocí HTML, CSS a JavaScriptu*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 250 s. ISBN 80-251-0167-3.
- [34] *World Wide Web Consortium (W3C)* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.w3.org/>
- [35] ŠKULTÉTY, Rastislav. *JavaScript: kapesní přehled*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005, 119 s. ISBN 80-251-0884-8.
- [36] Getting Started - Ajax. *MDN* [online]. © 2005-2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/AJAX/Getting_Started
- [37] *JQuery: The Write Less, Do More, JavaScript Library* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://jquery.com/>
- [38] *Eagle Software: Plošné spoje snadno a rychle* [online]. © 2011 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.eagle.cz/>
- [39] *Stravovací systém KREDIT - ANETE spol. s r.o.* [online]. © 2007 [cit. 2014-06-03]. Dostupné z: <http://www.anete.cz/Stravovací-system-KREDIT/>
- [40] *Vyvolávací systém QPOS* [online]. © 2009 [cit. 2014-06-03]. Dostupné z: <http://www.vyvolavaci-system.cz/>

- [41] Displeje LED maticové. *SOS electronic* [online]. © 1991-2014 [cit. 2014-06-04]. Dostupné z: <http://www.soselectronic.cz/?str=12&code=E3030>
- [42] ID-20LA Datasheet. *ID Innovations* [online]. © 2010 [cit. 2014-06-05]. Dostupné z: <http://id-innovations.com/httpdocs/SA%20series%282013-7-4%29.pdf>
- [43] HC-05 Datasheet. *Seeed Studio* [online]. © 2008-2014 [cit. 2014-06-05]. Dostupné z: http://www.seeedstudio.com/wiki/images/4/48/HC-05_datasheet.pdf
- [44] HC-03/05 AT commamd set. *EIModule.com* [online]. © 2014 [cit. 2014-06-04]. Dostupné z: http://www.eimodule.com/download/EIM361_HC-0305_serail_module_AT_commamd_set_201104_revised.pdf
- [45] RouterBoard 951-2n. *MikroTik* [online]. 2014 [cit. 2014-06-04]. Dostupné z: <http://routerboard.com/RB951-2n>
- [46] KARCHŇÁK, Daniel. Vyzkoušeno: Jak jednoduše do televize dostat Android. In: *Živě.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-06-06]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/vyzkouseno-jak-jednoduse-do-televize-dostat-android/sc-3-a-168077/default.aspx>
- [47] *Dibi is Database Abstraction Library for PHP 5.* / *dibi* [online]. © 2008, 2014 [cit. 2014-06-06]. Dostupné z: <http://dibiphp.com/>
- [48] *FitText - A plugin for inflating web type* [online]. 2014 [cit. 2014-06-07]. Dostupné z: <http://fittextjs.com/>
- [49] *JQuery Advanced News Ticker* [online]. 2014 [cit. 2014-06-07]. Dostupné z: <http://risq.github.io/jquery-advanced-news-ticker/>
- [50] *PHP QR code* [online]. 2014 [cit. 2014-06-07]. Dostupné z: <http://phpqrcode.sourceforge.net/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D	Analog/Digital
AES	Advanced Encryption Standard
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
AP	Access Point
ARM	Advanced RISC Machine
BT	Blue Tooth
CSMA/CD	Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection
CSS	Cascading Style Sheets
DPS	Deska Plošných Spojů
EAGLE	Easily Applicable Graphical Layout Editor
EDI	Electronic Data Interchange
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EIS	Executive Information Systems
FAI	Fakulta Aplikované Informatiky
GPL	General Public License
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
I/O	Input / Output
I2C	Inter-Integrated Circuit
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol

IS	Informační Systém
IT	Informační Technologie
JSON	JavaScript Object Notation
JTAG	Joint Test Action Group
LAN	Local Area Network
LED	Light-Emitting Diode
MCU	Main Control Unit
MISO	Master In, Slave Out
MOSI	Master Out, Slave In
OOP	Object-oriented programming
OSI	Open Systems Interconnection
PC	Personal Computer
PHP	Hypertext Preprocessor
PWM	Pulse Width Modulation
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
RISC	Reduced Instruction Set Computing
RO	Read Only
RTF	Reader Talk First
RW	Read Write
SCLK	Serial Clock
SD	Secure Digital
SFD	Start of Frame Delimiter
SPI	Serial Peripheral Interface
SRAM	Static Random Access Memory
SS	Slave Select

SSID	Service Set Identifier
TCP	Transmission Control Protocol
TTF	Tag Talks First
TWI	Two Wire Interface
UHF	Ultra-High Frequency
USART	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter
USB	Universal Serial Bus
WEP	Wired Equivalent Privacy
WORM	Write Once Read Many
WPA	Wi-Fi Protected Access
XHTML	Extensible HyperText Markup Language
XML	Extensible Markup Language

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vývoj aplikací informačních systémů. [4]	13
Obrázek 2: Arduino logo [5].....	19
Obrázek 3: Vývojová deska Arduino Mega 2560 [5].....	20
Obrázek 4: Arduino Ethernet Shield [5]	21
Obrázek 5: Příklad architektury MCU AVR (AT90S8515) [10]	22
Obrázek 6: Pasivní RFID tag [14]	25
Obrázek 7: Pracovní frekvence RFID tagů [15]	27
Obrázek 8: Struktura QR kódu (vlevo), příklad QR kódu (vpravo) [16]	28
Obrázek 9: Arduino IDE.....	37
Obrázek 10: Vývojové prostředí Atmel Studio	38
Obrázek 11: EAGLE software	39
Obrázek 12: Stávající stav v menze FAI – diagram z pohledu strážníka	41
Obrázek 13: Stávající karty pro výdej minutek v menze FAI	42
Obrázek 14: Blokové schéma řešení s maximální hardwarovou realizací	44
Obrázek 15: Blokové schéma HTTP řešení s Arduinem ve funkci serveru	45
Obrázek 16: Blokové schéma HTTP řešení s externím webovým serverem	46
Obrázek 17: Fotografie zařízení určeného k umístění na pokladně – čelní pohled.....	51
Obrázek 18: Fotografie zařízení určeného k umístění na pokladně – zadní pohled.....	51
Obrázek 19: Blokové schéma vnitřní HW struktury zařízení na pokladně	52
Obrázek 20: Fotografie vnitřního uspořádání zařízení (pokladna).....	52
Obrázek 21: Elektrické schéma DPS (pokladna).....	53
Obrázek 22: Část kódu pro Arduino sloužící k nastavení sítě.....	56
Obrázek 23: Fotografie zařízení určeného k umístění na výdeji – čelní pohled.....	59
Obrázek 24: Fotografie zařízení určeného k umístění na výdeji – zadní pohled.....	59
Obrázek 25: Blokové schéma vnitřní HW struktury zařízení na výdeji	59
Obrázek 26: Fotografie vnitřního uspořádání zařízení (výdej).....	60
Obrázek 27: Elektrické schéma DPS (výdej)	61
Obrázek 28: Ukázka z programu ATtiny.....	62
Obrázek 29: Datová struktura jednotlivých tabulek	67
Obrázek 30: Podoba rozhraní pro mobilní telefony.....	72
Obrázek 31: Karty vyrobené pro použití v systému	73
Obrázek 32: Průběh interakce zákazníka se systémem	74

SEZNAM TABULEK

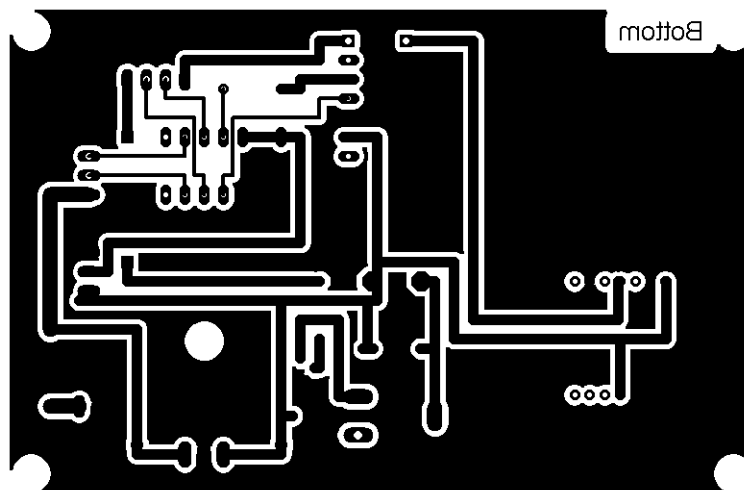
Tabulka 1: Parametry vybraných vývojových desek platformy Arduino	20
Tabulka 2: Velikosti jednotlivých typů paměti ATmega2560.....	23
Tabulka 3: Velikosti jednotlivých typů paměti ATtiny2313A	24
Tabulka 4: Přehled množství uchovávaných dat u vybraných verzí QR kódů [16]	29
Tabulka 5: Parametry vybraných variant Ethernetu	30
Tabulka 6: Parametry vybraných variant standardu 802.11	31
Tabulka 7: Vybrané verze Bluetooth specifikací	33
Tabulka 8: Třídy Bluetooth zařízení.....	33
Tabulka 9: Srovnání kladů a záporů obou konceptů využívajících http komunikaci	47
Tabulka 10: Periferie připojené na Arduino Mega 2560	54
Tabulka 11: Popis stavů zařízení na pokladně indikovaných stavovou diodou	57
Tabulka 12: Indikační signály zařízení na pokladně	57
Tabulka 13: Rozpis nákladů na jednotlivé položky pro výrobu zařízení na pokladně	58
Tabulka 14: Popis stavů zařízení na pokladně indikovaných stavovou diodou	63
Tabulka 15: Rozpis nákladů na jednotlivé položky pro výrobu zařízení na výdeji.....	63
Tabulka 16: Rozpis předpokládaných nákladů na zařízení k umístění veřejně v menze	65
Tabulka 17: Rozpis předpokládaných nákladů na zařízení umístěné v kuchyni	66
Tabulka 18: Webové adresy rozhraní webového serveru pro nastavení v zařízeních IS.....	77
Tabulka 19: Shrnutí celkových nákladů na realizaci systému	77

SEZNAM PŘÍLOH

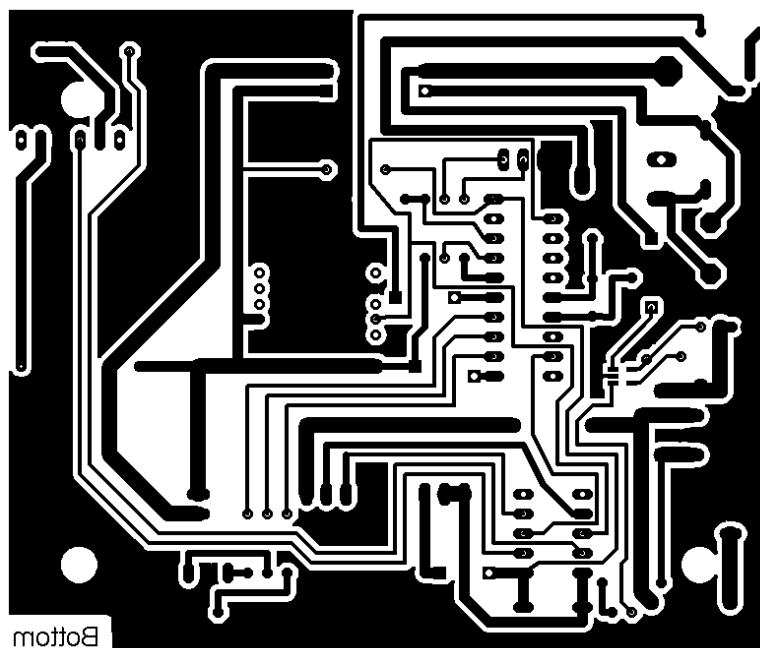
Příloha I	Podklady pro výrobu DPS
Příloha II	Screenshoty rozhraní zařízení umístěného veřejně v menze a v kuchyni
Příloha III	Screenshoty webového administračního rozhraní
Příloha IV	Obsah vloženého CD-ROMu

PŘÍLOHA P I: PODKLADY PRO VÝROBU DPS

DPS pro zařízení umístěné na pokladně:



DPS pro zařízení umístěné na výdeji:



PŘÍLOHA P II: SCREENSHOTY ROZHRAŇÍ ZAŘÍZENÍ UMÍSTĚNÉHO V MENZE A V KUCHYNI

Grafická podoba rozhraní zařízení umístěného veřejně v menze, pokud nejsou k výdeji určeny žádné objednávky:



Grafická podoba rozhraní zařízení umístěného veřejně v menze, pokud je k výdeji určena pouze jedna objednávka:



Grafická podoba rozhraní zařízení umístěného veřejně v menze, pokud je k výdeji určeno více objednávek najednou:



Grafická podoba rozhraní zařízení umístěného v místě přípravy jídel:

Jídelníček		Objednávky	Stav: ONLINE Odezva: 59 ms
M1	K výdeji: 00	M1 : 03x	Odeslat (vše) k výdeji
Smažený sýr, smažené			
M2	K výdeji: 00	M2 : 01x	Odeslat (x1) k výdeji
Kuřecí plátek po milánsku,			
M3	K výdeji: 00	M3 : 02x	
Vepřové medailonky s nivou,			
M4	K výdeji: 00	P1 : 01x	
Smažený květák, vařené			
M5	K výdeji: 00		
Kuřecí plátek s anglickou			
P1	K výdeji: 00		
MILÁNO tomat, paprikáš,			
P2	K výdeji: 00		
PROSCIUTTO: tomat, šunka,			

PŘÍLOHA P III: SCREENSHOTY WEBOVÉHO ADMINISTRÁČNÍHO ROZHRANÍ

Modul monitorující stav systému:

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Koleje a menza

Informační systém pro výdej minetek (U5)

Stav IS
Nastavení
Jídelníček
Přidat kartu
Potisk karet
Odhlášení

Stav informačního systému

Mód systému: **provozní**, Poslední načtená karta: **m101: 4562938**
Počet evidovaných karet: **20**. Počet obsluhovaných minetek: **5**, pizz: **2**.
Aktuální počet jídel v přípravě: **0**. Aktuální počet jídel k výdeji: **0**.

Aktuální stav komponentů

RFID	Display	Kuchyně	QR
ONLINE , 207 ms 2014-06-06 20:42:21 5.1 █████.45 Během dne: 189 hitů, 228.3 ms	ONLINE , 40 ms 2014-06-06 20:42:27 5.1 █████.45 V poslední hodině: 55 hitů, 574.9 ms	ONLINE , 65 ms 2014-06-06 20:42:27 5.1 █████.45 V poslední hodině: 56 hitů, 79.4 ms	OFFLINE , 64 ms 2014-06-03 17:42:38 5.1 █████.45 V poslední hodině: 90 hitů, 169 ms

Vytvořeno v roce 2014 jako součást diplomové práce "Informační systém pro výdej minetek v menze FA1".

Administrace

Modul pro nastavení systému:

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Koleje a menza

Informační systém pro výdej minetek (U5)

Stav IS
Nastavení
Jídelníček
Přidat kartu
Potisk karet
Odhlášení

Nastavení systému

V provozním módu IS zpracovává vstupy dle jeho zamýšlené funkce. Mód učení je určen pro přidávání dalších karet do systému. Více informací v sekci "Přidat kartu". Změnou módu dojde k RESETOVÁNÍ SYSTÉMU (všechny objednávky budou stornovány).

Systém je v **provozním módu**.
>> <<

Výchozí počet jídel

Aby rozhraní v kuchyni nepracovalo vždy s maximálním počtem položek (9 minetek + 9 pizz), je zde možné počet položek upravit. Toto nastavení je ignorováno, pokud je pro daný den nastaven jídelníček.

Výchozí počet minetek:
Výchozí počet pizz:

Vytvořeno v roce 2014 jako součást diplomové práce "Informační systém pro výdej minetek v menze FA1".

Administrace

Modul pro nastavení jídelníčku:

Stav IS

Nastavení

Jídelníček

Přidat kartu

Potisk karet

Odhlášení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Koleje a menza

Informační systém pro výdej minutek (U5)

Nastavení týdenního jídelníčku

Následující rozhraní umožňuje nadefinovat počet minutek pro jednotlivé dny a také je konkretizovat. Pokud není pro daný den nadefinován jídelníček, použije se obecné označení jídel (Minutka 1, Minutka 2, ..., Pizza 1, ...) a systém bude pracovat s počtem minutek a pizz dle defaultního nastavení (možno změnit v administraci).

Pá 06. 06. Po 09. 06. Út 10. 06. St 11. 06. Čt 12. 06. Pá 13. 06.

Minutky

M1: Smažený sýr, smažené hranolky, zeleninová ol

M2: Kuřecí plátek po milánsku, smažené hranolky, t

M3: Vepřové medailonky s nivou, smažené hranolk

M4: Smažený květák, vařené brambory, zeleninová

M5: Kuřecí plátek s anglickou slaninou, smažené hr

Přidat položku / Odebrat položku

Uložit změny

Pizzy

P1: MILÁNO tomat, paprikáš, balkán, rukola, rajče,

P2: PROSCIUTTO: tomat, šunka, kukuřice, eidam,

Přidat položku / Odebrat položku

Přidání jídla do databáze

Pro přidání nového jídla k sestavování jídelníčků do databáze vyplňte prosím následující formulář:

Minutka

Přidat jídlo

Odstranění jídla z databáze

Pro odstranění jídla pro sestavování jídelníčků z databáze vyplňte prosím následující formulář:

Minutka

Vyberte jídlo

Odebrat jídlo

Vytvořeno v roce 2014 jako součást diplomové práce "Informační systém pro výdej minutek v menze FA1".

Administrace

Modul s rozhraním pro přidávání karet:

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Koleje a menza

Informační systém pro výdej minetek (U5)

Stav IS

Nastavení

Jídelníček

Přidat kartu

Potisk karet

Odhlášení

Přidat RFID kartu do IS

Aby bylo možné do systému přidávat karty, je nutné, aby byl IS v módu učení. V tomto módu systém neobsahuje pořadník minetek, ale je připraven přiřadit k názvům karet (př.: m100) konkrétní RFID tagy. Karty kterým nebyly RFID tagy přiřazeny systém nezná, neumí s nimi pracovat a odmítá je.

Přepínání módů systému je možné v nastavení (druhá položka v menu). Jak bylo výše uvedeno, v učícím módu není primární funkce systému aktivní. Proto prosím po ukončení přidávání karet

NEZAPOMEŇTE PŘEPNOUT SYSTÉM ZPĚT DO PROVOZNIHO MÓDU !

Přidávané karty

Alias, který bude následující přiložené kartě na terminál pokladny vnitřně v IS přidělen, je zobrazen v pravo. Karty jsou automaticky přepisovány, pokud byl tedy již nějaké kartě tento alias přiřazen, nebo je karta s daným RFID již v systému vedena pod jiným aliasem, budou tyto záznamy smazány. Přepsání je signalizováno delším pípnutím a blikáním LED. Po načtení karty je automaticky alias posunut na další položku.

Přiložená karta bude zavedena do IS jako:

M200

Poslední do systému přidávané karty:

P201: 4570301 P200: 4564376 P101: 4108356 P100: 4230618 M501: 4104863

Nastavit číslo karty k přidání

Typ: číslo: (validní vstup je číslo 100-999)

Vytvořeno v roce 2014 jako součást diplomové práce "Informační systém pro výdej minetek v menze FAI".

Administrace

Modul pro generování potisku karet:

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Koleje a menza

Informační systém pro výdej minetek (U5)

Stav IS

Nastavení

Jídelníček

Přidat kartu

Potisk karet

Odhlášení

Generování podkladů pro potisk RFID karet

Protože je potištění každé RFID karty v IS unikátní (jak číslem minutky, tak i QR kódem), je podklady pro potisk karet nutné generovat. Příslušný obrázek pro každou kartu je možné generovat PHP skriptem zde na serveru.

Vygenerované obrázky je možné exportovat do PDF, kde jsou již v příslušné velikosti připravené k vytištění na samolepící fólii formátu A4 pomocí jakékoli laserové tiskárny. Pro případné jiné zpracování je možné vyexportovat tyto obrázky také v ZIP souboru (v plné 8-bit PNG kvalitě) pro další zpracování.

V následujícím formuláři prosím specifikujte rozsahy čísel karet (00-99) jednotlivých minetek, pro které si přejete potisk generovat:

Typ: číslo: od do

Typ: číslo: od do

Vytvořeno v roce 2014 jako součást diplomové práce "Informační systém pro výdej minetek v menze FAI".

Administrace

PŘÍLOHA P IV: OBSAH VLOŽENÉHO CD-ROMU

V papírovém obalu na zadní straně desek je vložen CD-ROM, který obsahuje diplomovou práci v plném znění ve formátu PDF v souboru „fulltext.pdf“. Zbývajících obsah CD-ROMu je rozdělen do následujících složek:

- **Web** – Obsahuje veškeré soubory vytvořené webové aplikace, které zahrnují použité PHP i JavaScriptové knihovny
- **Database** – Obsahuje SQL soubor zálohy databáze vytvořené webové aplikace ve stavu, v kterém byla zveřejněna. Soubor je pojmenovaný „is-menza_database.sql“.
- **Arduino** – Obsahuje INO soubor se zdrojovými kódy pro modul Arduino využitý v zařízení pro umístění na pokladně. Soubor je pojmenovaný „pokladna.ino“.
- **ATtiny2313** – Obsahuje C soubor se zdrojovými kódy pro mikrokontroler ATtiny2313 využitý v zařízení pro umístění v místě výdeje jídel. Soubor je pojmenovaný „Tiny2313.c“. Složka dále obsahuje pomocné soubory generované programem Atmel Studio.
- **DPS podklady** – Obsahuje soubory programu EAGLE použité pro výrobu desek plošných spojů pro zařízení umístěné na pokladně a v místě výdeje minutek.